

Niko Lehtola

SUURYRITYKSEN VARASTOINNIN JA VA- RASTONOHJAUKSEN KEHITTÄMINEN

Diplomityö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Tarkastaja: Minna Lanz
Tarkastaja: Hasse Nylund
Marraskuu 2020

TIIVISTELMÄ

Niko Lehtola: Suuryrityksen varastoinnin ja varastonohjauksen kehittäminen
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Marraskuu 2020

Tämä tutkimustyö on tehty eräälle yritykselle, joka valmistaa, myy, huoltaa ja korjaa raskaan kaluston perävaunuja ja päällirakenteita. Työn tavoitteina oli tutkia ja analysoida nimikekohtaisesti varaston nykytilaa, sekä ryhmitellä tuotteet sopiviin luokkiin. Analysoinnin ja ryhmittelyiden avulla oli tarkoitus saada määriteltyä varastoitaville nimikkeille, uudet optimaaliset varastomäärät, hälytysrajat, täydennyssäännöt sekä ohjausmenetelmät. Näiden uusien sääntöjen ja määrittelyiden tavoitteina oli saada pienenettyä varastonarvoa, sekä vähennettyä tuotannossa esiintyviä materiaali puutteita. Tutkimustyö rajattiin koskemaan toiminnanohjausjärjestelmästä löytyviä varastoitavia nimikkeitä.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin varastointia yleisellä tasolla, syitä varastointiin, varastoinnista aiheutuvia kustannuksia, sekä millaisia eri varastotyyppisiä on. Näiden lisäksi tarkasteltiin varastonohjausta käsitteleviä asioita. Varastonohjauksen näkökulmasta aiheina olivat esimerkiksi tuotteiden luokittelu ja varaston erilaiset täydennysmenetelmät. Työssä tarvittavia tietoja kerättiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä. Järjestelmästä kerättiin dataa kuluneen vuoden ajanjaksoilta. Näitä tietoja olivat esimerkiksi tuotteiden osto- ja myyntihinnat, varastotapahtumat, ostotapahtumat ja toimitusajat. Järjestelmästä saatujen tietojen lisäksi työssä hyödynnettiin osaston työntekijöiden, sekä toisen osaston päällikön ja varaosapäällikön tietoja ja neuvoja. Kerättyjen tietojen pohjalta koostettiin Excel-taulukko, jonka avulla nimikkeille tehtiin ABC- ja XYZ-analyysit. Analyysien pohjalta tutkittiin eri ryhmiin kuuluvien nimikkeiden varastotason ja menekin suhdetta, sekä laskettiin ryhmäkohtaisesti nimikkeiden kiertonopeudet ja riitto. Nykytila-analyysin pohjalta määriteltiin ABC-luokittain nimikkeille uudet ohjausparametrit. Ohjausparametrien määrittelyssä lähtökohtana pidettiin yrityksen toivomia ryhmäkohtaisia palveluaste prosentteja. Halutun palveluasteen pohjalta kaikille nimikkeille laskettiin teoriaan pohjautuvat varmuusvarastot, varastotasot, hälytysrajat sekä optimaaliset tilauserät. Näiden määrittelyiden ja laskentojen tulosten pohjalta luotiin ryhmäkohtaiset nimikkeiden varastonohjaus-säännöt.

Työssä määriteltyjen uusien varastonohjausparametrien avulla saatiin laskennallisesti kasvatettua ryhmäkohtaisia kiertonopeuksia merkittävän paljon. Kasvaneiden kiertonopeuksien lisäksi varastonarvo pieneni merkittävän määrän, noin 40 %. Teoreettisesti myös puutetilanteiden määrän tulisi pienentyä, sillä nyt kaikilla tuotteilla on varmuusvarastot ja hälytysrajat, joita ei ennen tätä työtä ole ollut. Jatkotoimenpiteinä työssä tehty nimikkeiden ryhmittely ja varastonohjausparametrit olisi syytä ottaa käyttöön, syöttämällä ne yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään.

Avainsanat: varastonohjaus, varastointi, ABC-analyysi, varaston täydennysmenetelmät

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check –ohjelmalla.

ABSTRACT

Niko Lehtola: Development of warehousing and inventory management in a large company
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering
November 2020

This research work has been done for a company that manufactures, sells, maintains, and repairs heavy vehicle trailers and truck bodyworks. The aims of the work were to study and analyze the current state of the warehouse by item, and to group the products into appropriate categories. The purpose of the analysis and groupings was to determine the items to be stored, the new optimal stock quantities, the alarm limits, the replenishment rules, and the control methods. The goals of these new rules and definitions were to achieve a reduced inventory value, as well as to reduce material shortages in production. The research work was limited to the items to be stored in the ERP system.

The theoretical part of the work dealt with storage at a general level, the reasons for storage, the costs of storage, and the different types of storage. In addition to these, issues related to inventory management were examined. From the point of view of inventory management, the topics were, for example, product classification and various inventory replenishment methods. The information needed for the work was collected from the company's ERP system. Data were collected from the system for the past year. This information included, for example, purchase and sale prices of products, stock transactions, purchase transactions and delivery times. In addition to the information obtained from the system, the work made use of the information and advice of the employees of the department, as well as the head of the other department and the spare parts manager. Based on the data collected, an Excel spreadsheet was compiled to perform ABC and XYZ analyzes on the items. Based on the analyzes, the relationship between the stock level and sales of the items belonging to different groups was examined, and the turnover rates and capacity of the items were calculated for each group. Based on the status analysis, new control parameters were defined for the titles by ABC category. The starting point for defining the control parameters was the group-specific service rate percentages desired by the company. Based on the desired level of service, theory-based safety stocks, stock levels, alarm limits and economic order quantity were calculated for all items. Based on the results of these definitions and calculations, group-specific item inventory control rules were created.

With the help of the new inventory control parameters defined in the work, the computationally increased group-specific rotation speeds were significantly increased. In addition to the increased turnover ratio, the inventory value decreased significantly, by about 40%. Theoretically, the number of deficiencies should also be reduced, as now all products have safety stocks and alarm limits that did not exist before this work. As a follow-up, the item groupings and inventory control parameters made in the work should be put to use by entering them into the company's ERP system.

Keywords: inventory management, warehousing, ABC-analysis, inventory replenishment methods

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin Originality Check service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty erään suuryrityksen Seinäjoen toimipisteessä. Työn tavoitteina oli pienentää yrityksen varastonarvoa sekä vähentää tuotannossa esiintyviä puutetilanteita.

Haluan kiittää yritystä sekä esimiestäni, jotka tarjosivat minulle tämän hienon mahdollisuuden suorittaa nämä opinnot sekä tämän diplomityön työsuhteen ohessa. Haluan kiittää myös työn ohjaajia/tarkastajia, jotka tukivat ammattimaisesti työn edistymistä. Lisäksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni, jotka olivat tukenani koko opintojen ajan.

Lopuksi haluan osoittaa suurimmat kiitokset avopuolisolleni. Opiskelu työn ja perhe-elämän ohessa ei olisi onnistunut ilman hänen tukeansa ja kärsivällisyytensä.

Seinäjoella, 4.11.2020

Niko Lehtola

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Työn tausta	2
1.2 Työn tavoitteet	2
1.3 Tutkimuksen toteutus ja menetelmät	2
1.4 Työn rajaukset	6
1.5 Työn rakenne	6
2. VARASTOINTI JA VARASTONOHJAUS	8
2.1 Varastoinnin syyt	9
2.2 Varastoinnin kustannukset	10
2.2.1 Tuote- ja tilauskustannukset	12
2.2.2 Varastonpitokustannukset	13
2.2.3 Puutekustannukset	13
2.2.4 Kapasiteettiin riippuvaiset kustannukset	14
2.3 Varastojen luokittelu tyypeittäin	14
2.3.1 Varmuusvarasto	14
2.3.2 Välivarasto	17
2.3.3 Ennakointivarasto	17
2.3.4 Perus-/käyttövarasto	18
2.3.5 Siirtovarasto	19
2.4 Varastonkierto	19
2.5 Varastoinnin kehittäminen	21
2.6 Tuotteiden luokittelu	22
2.6.1 ABC-analyysi	23
2.6.2 XYZ-analyysi	25
2.6.3 ABC- ja XYZ-analyysin yhdistelmä	26
2.7 Materiaalinohjaus	27
2.7.1 Materiaalitarvelaskenta (MRP)	28
2.7.2 Imuohjaus (JIT)	30
2.8 Varaston täydennysmenetelmät	31
2.8.1 Tavarantoimittajakohtainen tilausväli	31
2.8.2 Min-max-menetelmä	32
2.8.3 Tilauspistemenetelmä	33
2.8.4 Kiinteän tilausvälin menetelmä	35
2.8.5 Optimaalisen tilauserän menetelmä (EOQ)	36
2.8.6 Erä erälle- ja Kaksilaatikkomenetelmä	38

2.9	Ennusteet.....	39
2.9.1	Aikasarja-analyysi.....	40
2.9.2	Liukuvat keskiarvot	42
2.9.3	Ekspontiaalinen tasoitus	43
3.	NYKYTILA-ANALYYSI	46
3.1	Tiedon hankinta	47
3.2	Nimikkeiden luokittelu ja analysointi	48
4.	KOHDEYRITYKSEN VARASTOINNIN JA VARASTONOHJAUKSEN KEHITYS	55
4.1	Nimikkeiden varastotasojen määrittely	55
4.2	Nimikkeiden ohjausparametrien määrittely	57
5.	TULOKSET	60
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	64
6.1	Tulosten analysointi	64
6.2	Jatkotoimenpiteet.....	66
7.	YHTEENVETO.....	68
	LÄHTEET	70

KUVALUETTELO

Kuva 1. Konstruktiivisen tutkimusotteen keskeiset elementit. (Muokattu lähteestä Kasanen et al. 1993, s.246)	5
Kuva 2. Tutkimuksen eteneminen.....	6
Kuva 3. Perusvaraston riittävyys. (Jonsson 2008, s.271)	18
Kuva 4. Kiertonopeuden vaikutus varastointikustannuksiin. (Muokattu lähteestä Lambert & Quinn 1981, s.65)	20
Kuva 5. SWOT-analyysi. (Lindroos & Lohivesi 2010, s.220)	22
Kuva 6. Tuotteiden ABC-luokittelu. (Muokattu lähteestä Arnold et al. 2008, s.263)	24
Kuva 7. XYZ-analyysin yhteenveto. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.97)	26
Kuva 8. ABC- ja XYZ-analyysin yhdistelmä. (Muokattu lähteestä Stojanovic & Regodic 2017, s.37)	26
Kuva 9. Saatavuuden ja kustannusten tasapaino materiaalinohjauksessa. (Logistiikan maailma, Materiaalinohjaus 2020)	28
Kuva 10. Työntöohjauksen periaate. (Haverila et al. 2009, s.423)	29
Kuva 11. Imuohjauksen periaate. (Haverila et al. 2009, s.423)	30
Kuva 12. Min-max -menetelmä. (Sakki 2009, s.125)	33
Kuva 13. Tilauspistemenetelmä tasaisella kysynnällä. (Karrus 2003, s.44)	34
Kuva 14. Tilauspistemenetelmä vaihtelevalla kysynnällä. (Karrus 2003, s.45)	35
Kuva 15. Optimaalinen tilauserä on kustannusten leikkauskohdassa. (Muokattu lähteestä Christopher 2005, s.128)	37
Kuva 16. Menekin aikasarja-analyysin graafinen esitys. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.136)	41
Kuva 17. Kahden peräkkäisen viikon menekin erotus. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.136)	42
Kuva 18. Liukuva keskiarvo. (Muokattu lähteestä Sakki 2003, s.106)	43
Kuva 19. Eksponenttitasoituksella laskettu ennuste. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.138)	45
Kuva 20. Nimikekohtainen varastotapahtumien selailu.	48
Kuva 21. Nimikkeiden jakautuminen ABC-ryhmien mukaisesti.....	49
Kuva 22. A-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde.	51
Kuva 23. B-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde.	51
Kuva 24. C-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde.....	52
Kuva 25. A-luokan nimikkeen optimaalinen erä koko.	59
Kuva 26. A-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla ohjausparametreilla.....	61
Kuva 27. B-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla ohjausparametreilla.....	62
Kuva 28. C-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla ohjausparametreilla.....	63
Kuva 29. Toiminnanohjausjärjestelmän nimikekohtainen varastonohjaustietojen muutosikkuna.....	67

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Varastoinnin kustannukset prosentteina varaston arvosta (Muokattu lähteestä Rauhala 2011, s.189)</i>	<i>10</i>
<i>Taulukko 2. Varmuuskertoimen, palveluasteen ja puutetilanteen todennäköisyyden välinen suhde (Muokattu lähteestä Lysons & Farrington 2012, s.327)</i>	<i>16</i>
<i>Taulukko 3. SWOT-analyysi.....</i>	<i>46</i>
<i>Taulukko 4. Nimikkeiden määrät ABC- ja XYZ-analyysin mukaisesti järjestettynä.....</i>	<i>50</i>
<i>Taulukko 5. ABC-ryhmien määrät, kiertonopeudet ja varaston riitto.</i>	<i>54</i>
<i>Taulukko 6. ABC-ryhmien ohjaussäännöt.</i>	<i>60</i>
<i>Taulukko 7. Ryhmien kiertonopeus ja riitto uusilla ohjausparametreilla.</i>	<i>61</i>
<i>Taulukko 8. Työssä saavutettujen tulosten SWOT-analyysi.....</i>	<i>64</i>
<i>Taulukko 9. Vanhojen ja uusien parametrien vertailu.</i>	<i>66</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

ABC-analyysi	Tuoteluokittelumenetelmä, jossa tuotteet luokitellaan arvon mukaan
B	Varmuusvarasto
C	Tuotteen yksikköhinta
D	Keskimääräinen menekki tietyllä ajanjaksolla
EOQ	Economic Order Quantity, Optimaalisen tilauserän menetelmä
h	Varastoimisen kustannus vuodessa prosentteina
JIT	Just-in-time, Tuotantofilosofia
k	Varmuuskerroin
L	Toimitusajan pituus viikkoina
MRP	Material Requirements Planning, Laskenta-algoritmi
n	Havaintojen määrä
O	Yhden toimituserän kustannus
P	Tarkasteluvälin pituus
Palveluaste	Arvo, joka kuvaa yrityksen kykyä toimittaa tilaus määräaikana
Pareto	Periaate, jonka mukaan missä tahansa ilmiössä 80 % seurauksista johtuu 20 %:sta syistä
Riitto	Tunnusluku, joka kertoo kuinka monta päivää keskimääräinen tämänhetkinen varasto piisaa
ROI	Return on investment, Yrityksen tuottavuuden mittari, joka kertoo kuinka paljon yritykseen sijoitettu, pääoma on tuottanut
s	Standardipoikkeama
T	Tilauspiste, Hälytysraja
TC	Kyseisen tavarantoimittajan kaikkien tuotteiden vuosikulutuksen arvo
TK	Yhden erän aiheuttama kustannus
U	Arvio vuosimenekistä
VK	Varastoimisen kulu prosenteissa
x_i	Havainnon arvo

\bar{x}

Havaintojen aritmeettinen keskiarvo

XYZ-analyysi

Tuoteluokittelumenetelmä, jossa tuotteet luokitellaan arvon mukaan tapahtumien mukaan

1. JOHDANTO

Suomessa on useita yrityksiä, joissa varastoihin on sitoutunut paljon pääomaa. Yrityksen pääoman heikko hallinta ja ylivarastointi onkin kallista ja turhaa. Esimerkkinä heikosta käyttöpääoman käytöstä on se, että yritys hakee rahoittajilta lisää lainaa, kun samaan aikaan yrityksen varastossa on sitoutuneena paljon ylimääräistä rahaa. Monet yritykset haluaisivat onnistua täyttämään asiakkaiden tarpeet mahdollisimman hyvin, mutta samaan aikaan suhtautuvat vaihto-omaisuuden määrään välinpitämättömästi. (LOGY 2017)

Nykypäivän globaalit markkinat lisäävät asiakkaille vaihtoehtoja, ja samalla lisäävät yritysten välistä kilpailua. Tämä kilpailu kasvattaa yritysten asiakaspaineita. Toimitusvarmuus muodostuukin nykyään asiaksi, josta yksikään yritys ei kovan kilpailun vuoksi pysty tinkiä. Yleinen ratkaisu hyvän toimitusvarmuuden mahdollistamiseen on ylivarastointi. Eli ajaututaan tilanteeseen, jossa ei ajatella lainkaan vaihto-omaisuuden suurta määrää, vaan hankitaan varastot täyteen tavaraa varmuuden vuoksi. Käytännössä tämä aiheuttaa yritykselle tilanteen, jossa varastot ovat täynnä tavaraa, mutta silti asiakkaalle joudutaan myymään "ei-oota". Tämä johtuu siitä, että varastoissa on varastoituna väärää tavaraa. Ylivarastointi peittää oikeat ongelmat. Yrityksen todellinen haaste on se konstruktiio, jonka avulla yritys ohjaa menekkiä ja tarjontaa. Olennaista onkin keksiä ja suunnitella mitä yrityksen varastosaldoissa tapahtuu nyt ja tulevaisuudessa. Ilman näitä ajatuksia ja suunnitelmia asiakkaita tyydyttävä palveluaste onnistuu tuurilla. (LOGY 2017)

Yritys, johon tämä tutkimustyö on tehty, painii tällä hetkellä juuri samanlaisten ongelmien kanssa, kuin edellä kerrotussa artikkelissa. Työn avulla pyritään löytämään syyt yrityksen varastoinninohjauksen ongelmiin sekä miettimään ja kehittämään konstruktiio, jonka avulla ongelmista päästäisiin eroon.

Luvun alussa kerrotaan työn taustasta, työn tavoitteista sekä tuloksista, joita työn avulla halutaan saavuttaa. Tämän jälkeen pureudutaan hieman työssä käytetyn tutkimusmenetelmän teoriaan ja siihen miksi ja miten kyseinen menetelmä soveltuu tähän tutkimustyöhön. Sen jälkeen käsitellään tutkimustyöhön liittyvät aiheen rajaukset. Luvun lopussa kerrotaan tarkemmin työn rakenteesta lukukohtaisesti sekä havainnollistetaan tutkimustyön etenemistä kaaviokuvan avulla.

1.1 Työn tausta

Tämä tutkimustyö on tehty yritykselle, jossa valmistetaan ja myydään raskaankaluston perävaunuja ja päällirakenteita. Näiden päätuotteiden lisäksi yrityksessä valmistetaan asiakastilauksesta myös muita konepajatuotteita. Valmistustoiminnan lisäksi yrityksessä huolletaan, korjataan ja myydään päällirakenteita sekä raskaankaluston perävaunuja. Toimintaan kuuluu myös varaosien myynti.

Työ lähti liikkeelle, kun yrityksessä alettiin kiinnittämään huomiota varaston suureen koon ja sen kasvuun. Kasvanut varaston koko huomattiin sekä käytännössä tavaraa notkuvina hyllyinä että toiminnanohjausjärjestelmästä korkeana varaston arvona. Tämän lisäksi tuotannossa oli huomattu, että vaikka varastossa tuntuu olevan paljon tavaraa, esiintyy puutetilanteita lähes viikoittain.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteina on tutkia ja analysoida nimikekohtaisesti varaston nykytilaa ja ryhmitellä tuotteet sopiviin luokkiin. Analysoinnin ja ryhmittelyiden avulla on tarkoitus saada määriteltäviä varastoitaville tuotteille uudet optimaaliset varastomäärät, täydennyssäännöt sekä ohjausmenetelmät. Näiden määrittelyiden tavoitteina on saada pienenettyä varaston nykyistä arvoa sekä vähentää tuotannossa esiintyviä materiaali puutteita. Määrittelyiden jälkeen mietitään uusien varastomäärien, ohjausmenetelmien ja täydennyssääntöjen vaikutusta yrityksen toimintaan sekä verrataan varastoon sitoutuneen pääoman määrää ennen ja jälkeen määritysten.

Tämän työn tutkimuskysymykset ovatkin:

- Miten voidaan pienentää varastoa ja sitä kautta varastoon sitoutunutta pääomaa heikentämättä toiminta- ja toimituskykyä?
- Miten voidaan vähentää tuotannossa esiintyviä tuotepuutteita?

1.3 Tutkimuksen toteutus ja menetelmät

Tässä työssä käytettiin konstruktivistista tutkimusmenetelmää. Lukan (2001) mukaan konstruktivinen tutkimusmenetelmä on metodologia, jonka avulla yritetään ratkaista reaali maailman ongelmia. Tämän menetelmän ydinkäsite on uusi konstruktio. Käsite on abstrakti, jolla on suuri tai loputon määrä potentiaalisia toteumia. Konstruktioita ovat kaikki ihmisten tuottamat mallit, diagrammit, suunnitelmat ja tietojärjestelmämallit. Näille tunnusomaista on se, että niitä ei löydetä, vaan keksitään ja kehitetään. Konstruktivinen

menetelmä on luonteeltaan kokeellista. Uutta konstruktiota olisi syytä tutkia instrumenttina, jonka avulla yritetään havainnollistaa, kokeilla tai parantaa aikaisempaa teoriaa tai jopa luoda uusia teoria. Ideaalinen lopputulos konstruktiiiviselle tutkimukselle on, että tosielämän ongelma saadaan ratkaistua uudella kehitetyllä konstruktiolla.

Alla listattuna konstruktiiivisen tutkimuksen ydinpiirteet ja se, miten ne liittyvät tässä työssä tehtyyn kehitystyöhön.

- Konstruktiiivisessa tutkimusmenetelmässä keskitytään tosielämän ongelmiin, jotka nähdään tarpeellisiksi ratkaista käytännössä.
- Tutkimusote tuottaa innovatiivisen konstruktion, jonka avulla pyritään ratkaistaan reaalimaailman ongelma. Tutkimusotteessa testataan kehitetyn konstruktion soveltuvuutta käytäntöön.
- Konstruktiiivinen tutkimusmenetelmä sisältää tutkijan ja käytännön työntekijöiden hyvin läheistä yhteistyötä, jonka aikana odotetaan tapahtuvan kokemuksiin perustuvaa oppimista.
- Konstruktiiivinen tutkimusote on kytköksissä olemassa olevaan teoriaan ja kiinnittää erityisesti huomiota empiiristen havaintojen reflektointiin takaisin teoriaan. (Lukka 2001)

Lukan (2001) mukaan konstruktiiivisen tutkimusotteen prosessin vaiheet ovat seuraavat:

1. Etsi merkityksellinen käytännössä ilmennyt ongelma, jonka ratkaisussa on mahdollista myös teoreettiseen kontribuutioon.

Tutkijan olisi syytä miettiä ongelmaa sekä käytännön että teorian kannalta. Tutkimusaiheella pitäisi olla merkitystä käytännössä sekä teoriassa. Monilla tieteenaloilla, kuten esimerkiksi liiketaloudessa, tutustuminen työntekijöiden ajatuksiin, toimintaan sekä työssä vaikeiksi koettuihin asioihin voi auttaa löytämään tutkimusaiheen.

2. Selvitä kohdeorganisaation kanssa mahdollisuudet pitkäaikaisen tutkimusyhteistyön tekemiseen.

Konstruktiiivisessa tutkimuksessa kaikkien tutkimukseen osallistuvien osapuolten täytyy sitoutua projektiin. Useimmiten tutkija on osa työryhmää, joka on muodostettu ongelman ratkaisemiseksi. Aiempien tutkimusten perusteella on todettu, että yksin toimiva tutkija ei voi onnistua. Muodostetussa työryhmässä tulisikin olla mukana myös yrityksen avaintyöntekijöitä.

3. Hanki syvällinen tietämys tutkimusaiheesta sekä teoriassa että käytännössä.

Tämä projektin vaihe muistuttaa perinteistä kenttätutkimusta. Tutkija käyttää metodeinaan havainnointia, haastatteluja ja kirjallisen aineiston analysointia. Näitä hyödyntämällä tutkija pyrkii saavuttamaan syvällisen ymmärryksen yrityksen nykytilasta. Tutkijan tulee myös perehtyä aiheeseen liittyvään aiempaan teoriaan. Teoriaan perehtymistä vaaditaan, että tutkija voi perustella tulevan tutkimuksensa aiempaan teorial tietoon.

4. Keksi ratkaisumalli ja kehitä konstruktio, joka ratkaisee ongelman ja jolla voitaisiin saavuttaa myös teoreettista kontribuutiota.

Tämä tutkimuksen vaihe on olennaisen tärkeä, sillä ilman innovatiivista konstruktiota projektia ei pystytä jatkamaan. Konstruktion kehittäminen tulisi olla ryhmätyötä, johon osallistuu sekä tutkija että työntekijät. Kehitystyön tulisi perustua sekä käytännöntietoihin että teoreettiseen aineistoon. Konstruktion kehittäminen voi olla työläs ja aikaa vievä iteratiivinen prosessi. Prosessin aikana generoidaan alkuperäinen konstruktio, implementoidaan sitä ja palataan kehittämisvaiheeseen uusien tietojen kera.

5. Tee ratkaisu ja testaa sen toimivuus.

Kehitetyn konstruktion testaaminen on yksi konstruktiivisen tutkimuksen ominaispiirteistä. Tämän vaiheen vuoksi konstruktiivinen tutkimus poikkeaa tyypillisestä analyyttisestä mallintamisesta, jossa monesti vain rakennetaan uusia konstruktiota testaamatta niitä käytännössä. Testaaminen on tärkeä vaihe, jossa konstruktio testataan teknisesti sekä prosessin toimivuus kokonaisuutena. Tähän tutkimusvaiheeseen pääseminen on hyvin haastava tehtävä, ja sitä voidaan pitää merkinä tutkimusprosessin mahdollisesta onnistumisesta. Erityisesti tässä kohtaa projektia tutkijan sekä projektitiimin on oltava hyvin omistautuneita kehitettyä konstruktiota kohtaan. Ilman riittävää omistautumista ja prosessin seuraamista konstruktion toteutus epäonnistuu.

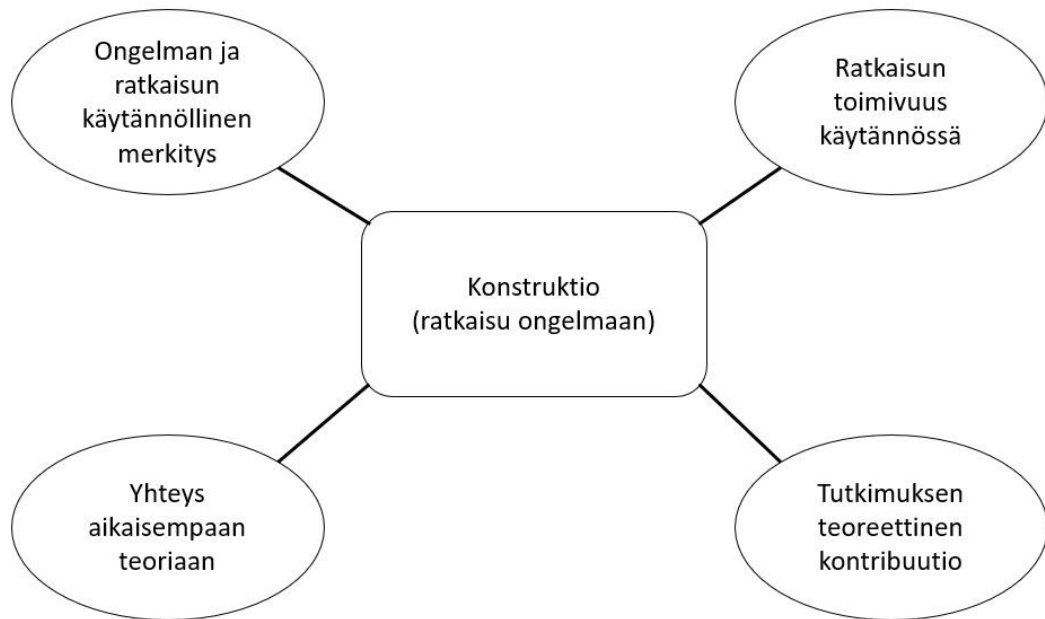
6. Mieti ratkaisun soveltamisalaa.

Tässä kohtaa prosessia tutkijan pitää pystyä ottamaan etäisyyttä omaan empiiriseen työhönsä, kontrolloimaan sitoutumistaan sekä pohtia yhdessä yrityksen kanssa läpikäytyä oppimisprosessia. Tulosten ja ennakkotietojen analysointi on vaiheen tärkein asia. Jos konstruktio todetaan toimivaksi on luonnollista pohtia minkälaisilla muutoksilla sitä voitaisiin käyttää myös muissa organisaatioissa. Mikäli konstruktio epäonnistuu, olisi hyvä analysoida voitaisiinko vastaava välttää jatkossa.

7. Löydä ja tutki teoreettinen kontribuutio.

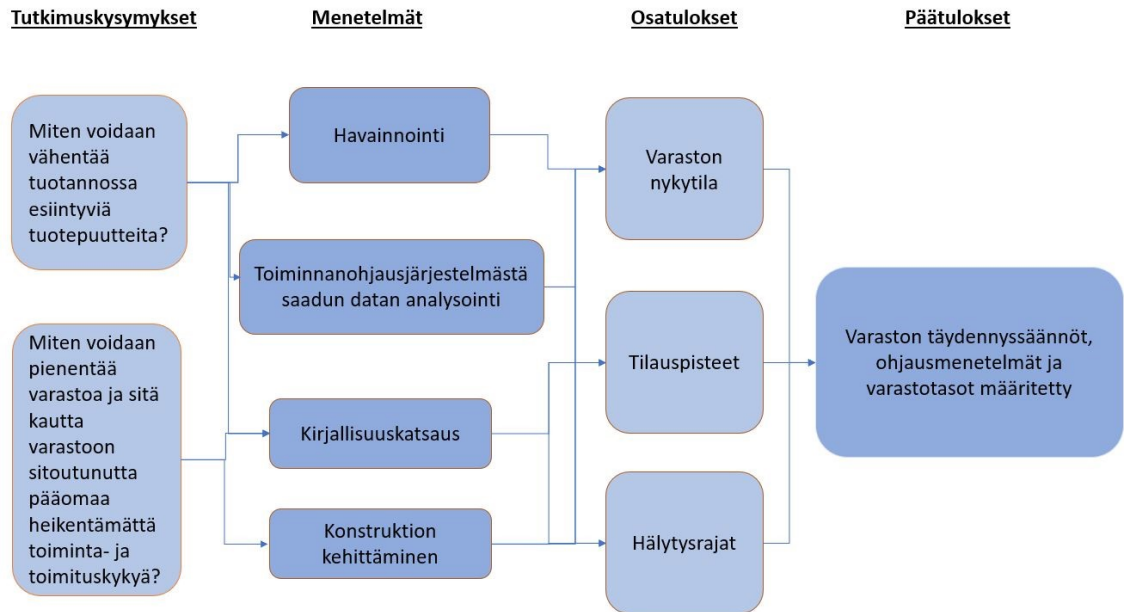
Akateemisessa mielessä tämä vaihe on väistämätön ja ratkaiseva vaihe. Tutkijan täytyy pystyä esittämään konstruktion teoreettinen kontribuutio. Teoreettinen kontribuutio voidaan havainnoida esimerkiksi refleктоimalla projektissa tehtyjä havaintoja olemassa olevaan teoriaan.

Edellä mainittujen vaiheiden keskeisimpiä elementtejä, jotka tarvitaan uuden konstruktion kehittämiseen, havainnollistetaan kuvassa (1). Nämä elementit ovat ongelman ja ratkaisun käytännön merkitys, yhteys teoriaan, ratkaisun toimivuus käytännössä sekä tutkimuksella saavutettu teoreettinen kontribuutio.



Kuva 1. Konstruktivisen tutkimusotteen keskeiset elementit. (Muokattu lähteestä Kasanen et al. 1993, s.246)

Tässä työssä pyrittiin ratkaisemaan tosielämässä havaittuja ongelmia. Nämä ongelmat ovat varaston korkea arvo ja tuotannossa esiintyvät tuotepuutteet. Työn käytännönsuudessa pyrittiin kehittämään uusi konstruktio. Uuden konstruktion kehittämisessä käytettiin neljää menetelmää, jotka olivat konstruktion kehittäminen, kirjallisuuskatsaus, toiminnanohjausjärjestelmästä kerätyn datan analysointi sekä havainnointi. Tämä uusi konstruktio tulee olemaan varaston uudet ohjausmenetelmät. Tämän uuden konstruktion avulla yritetään madaltaa yrityksen varaston arvoa sekä vähentää esiintyviä materiaali- ja tuotepuutteita. Tutkijan ja yrityksen työntekijöiden välinen yhteistyö onnistui tässä työssä hyvin, sillä työn tehnyt tutkija työskentelee vakituisesti yrityksessä, johon tutkimus tehtiin. Kehittämistyössä on pyritty löytämään riittävä teoreettinen tietämys asiasta. Tämän teoreettisen tietämyksen pohjalta pyrittiin rakentamaan uusi konstruktio, jolla pyrittiin ratkaisemaan tutkimuksen ongelmat. Kuvassa (2) nähdään kaavio tutkimuksen etenemisestä. Kaaviossa on kerrottu tutkimuksen tutkimuskysymykset, käytetyt menetelmät, osatulokset ja päätulokset.



Kuva 2. Tutkimuksen eteneminen

1.4 Työn rajaukset

Työ tehdään yritykseen, jolla on toimipisteitä usealla eri paikkakunnalla. Tämä työ rajataan tehtäväksi yhden paikkakunnan toimipisteessä. Toimipisteessä on useita eri osastoja, joilla on omat varastonsa. Eri osastoilla on omat toimintatapansa ja henkilöt, jotka näistä vastaavat. Tämä työ rajataan koskemaan yhden tietyn osaston varastotoimintaa.

Tutkimustyö rajataan siten, että sen ulkopuolelle jäävät tilauksesta hankittavat, eli niin kutsutulla läpimenotuotekoodilla ostetut ja hyllytyspalvelun piiriin kuuluvat nimikkeet. Eli tutkimus, analysointi sekä määrittelyt tehdään toiminnanohjausjärjestelmässä oleville varastonimikkeille.

1.5 Työn rakenne

Tämä työ muodostuu kirjallisuuskatsauksesta, nykytila-analyysistä, ratkaisumallien konstruktoinnista sekä tulosten analysoinnista. Tulosten perusteella tehdään myös ehdotus mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

Työn kirjallinen osuus alkaa luvusta 1, jossa käydään läpi työn toteuttamisen kannalta merkittävät asiat, kuten työn tausta, tavoitteet ja tutkimusmenetelmät. Luvun lopussa määritellään työtä koskevat rajaukset sekä kuvataan työn rakenne. Luvussa 2 käsitellään varastointia yleisellä tasolla sekä syitä varastointiin. Tämän jälkeen käydään läpi, minkälaisia kustannuksia varastoimisesta aiheutuu ja millaisia eri varastotyypppejä on.

Luvussa puhutaan myös varastonkierrosta ja siitä, miten varastointia voidaan lähteä kehittämään. Tämän jälkeen tarkastellaan varastonohjausta. Varastonohjaukseen perehtyminen aloitetaan tutustumalla tuotteiden luokitteluun erilaisten analyysien avulla sekä pureudutaan materiaalinohjauksen kahteen pääperiaatteeseen. Tämän jälkeen syvenytään varaston erilaisiin täydennysmenetelmiin, joita ovat muun muassa tilauspistemenetelmä, kaksilaatikkomenetelmä ja optimaalisen tilauserän menetelmä. Lopussa käsitellään erilaisia ennustamismalleja. Näiden ennustemallien tarkoituksena on mahdollistaa tulevan menekin ennustamisen.

Luvusta 3 alkaa työn käytännön osuus. Tämä luku alkaa nykytila-analyysillä, jossa kuvataan varastoinnin ja sen ohjauksen nykytilaa. Luvun alussa kuvataan toiminnan nykytilaa yleisesti sekä kerrotaan, miten analyysissa tarvittut tiedot on hankittu. Tämän jälkeen nimikkeet ryhmitellään teoriassa käsiteltyjen menetelmien pohjalta omiin ryhmiinsä. Jokaiselle ryhmälle tehdään analyysi nykyisten varastotasojen ja ohjausmenetelmien toimivuudesta. Lisäksi ryhmille lasketaan työn jatkoon kannalta olennaisimmat varaston toimintaa kuvaavat lukuarvot. Luvussa 4 käsitellään varastoinnin ja varastonohjauksen kehitystä. Kehitys tapahtuu teorian, havaintojen, toiminnanohjausjärjestelmästä saadun datan sekä luvussa 3 tehtyjen analysointien pohjalta. Tässä osassa määritellään varastoitaville nimikkeille uudet varastotasot sekä näiden ohjausmenetelmät. Varastotasojen ja ohjausmenetelmien määrittelyssä tavoitteena on saavuttaa yrityksen toiminnan kannalta optimaaliset tasot ja menetelmät. Luvussa 5 esitellään kehittämissä syntyneet pääasialliset tulokset. Tämän jälkeen luvussa 6 tehdään erilaisia johtopäätöksiä ja analysoidaan työssä syntyneitä tuloksia. Lisäksi luvun lopussa tehdään kehitysehdotuksia jatkoon kannalta. Viimeisessä luvussa (7) on työn yhteenveto.

2. VARASTOINTI JA VARASTONOHJAUS

Varastointi tarkoittaa varastotoimintaa ja varastotoimintoja. Logistiikkayritykset harjoittavat varastointia liiketoimintanaan tarjoten varastointipalveluja asiakkailleen. Muut kuin logistiikkayritykset varastoivat tuotteita eri syistä. Yritysten varastointistrategia sekä varastointiin liittyvät päätökset ovat yhteydessä yrityksen muihin strategioihin ja päätöksiin. (Logistiikan maailma, Varastointi 2020)

Monesti varastointia pidetään ainoastaan lisäkustannuksia aiheuttavana, eikä lainkaan lisäarvoa tuottavana. Lisäarvolla tarkoitetaan jotain, josta asiakas on valmis maksamaan. Varastointi on kuitenkin melkein aina välttämätöntä ja voi oikein suunniteltuna tuottaa myös lisäarvoa. Varastoinnin keskeisin periaate onkin se, että toimitusketjun kaikissa vaiheissa varastot pidetään mahdollisimman vähäisinä. Näin varastoihin sitoutuu mahdollisimman vähän pääomaa, joka olisi tuottavampaa käyttää yrityksen muihin tarpeisiin. (Logistiikan maailma, Varastointi 2020; Muckstadt & Sapra 2010, s.13)

Arkikielessä varasto tarkoittaa tilaa, jossa säilytetään tuotannossa tai asiakaspalvelussa tarvittavia komponentteja tai tuotteita. Varasto-sanalla on kuitenkin muitakin merkityksiä. Taloudesta puhuttaessa se yhdistetään vaihto-omaisuuteen, eli sillä tarkoitetaan säilytettäviä asioita. (Sakki 2009, s.103)

Varastonohjauksella hallinnoidaan yrityksen varastoon sitoutunutta pääomaa ja materiaalivirtoja. Ohjauksen pohjimmaiset tehtävät ovat kierto- ja varmuusvarastojen hallinta. Varastonohjauksen kannalta olennaista on, valmistetaanko tuotteet tilauspohjaisesti vai tehdäänkö niitä varastoon. Varastonohjausjärjestelmät voidaan luokitella määrä-, aika-, tuotanto-, ja jakeluperusteisiin. (Logistiikan Maailma 2011, s.87)

Määräperusteisia ohjausjärjestelmiä ovat kaksilaatikkojärjestelmä, minimi-maksimimenetelmä, sekä tilauspisteen hyödyntäminen. Näiden ohjaustapojen etuina ovat kuluksen mukaan ohjautuva valvonta ja taloudelliset eräkoot. Tapojen heikkoudeksi voidaan mainita, että ne eivät mahdollista tilausten yhdistelyä, mitä voitaisiin hyödyntää esimerkiksi alennusten toivossa. **Aikaperusteinen** ohjausjärjestelmä on esimerkiksi tilausvälimenetelmä. Tässä tapauksessa etuna on tilausten yhdistelyn mahdollisuus, jolloin voidaan hyödyntää alennuksia ja samoja kuljetuksia. Aikaperusteisen järjestelmän huonona puolena on tarve pitää varmuusvarastoa täydennysajan ja tilausvälin aikaiselle kysynnälle. **Tuotantoperusteisella** ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan materiaalitarvelaskentaa, eli Material Requirements Planning (MRP), sekä JIT-ohjausta. **Jakeluperusteisi-**

sena varastonohjausjärjestelmänä pidetään jakelutarvelaskentaa. Tässä tavassa huomioidaan kysynnän vaihtelut sekä koko jakelujärjestelmän vaatimukset. (Logistiikan Maailma 2011, s. 89-90) Näitä varastonohjausjärjestelmiä käsitellään tarkemmin luvuissa 3.2 ja 3.3.

Sartjärven (1992, s.159) mukaan varastonohjauksen tavoitteena on saada varasto toimimaan mahdollisimman tehokkaasti kaikissa tilanteissa. Varastonohjaus tulisi käytännössä toteuttaa mahdollisimman yksinkertaisesti ja tehokkaasti. Nimikkeiden tehokas hallinta on tärkeää, koska yleensä varastoissa on jopa tuhansia nimikkeitä, joiden hallinta vaikuttaa merkittävästi kustannustehokkuuteen. Ohjaukseen käytettäviä resursseja on yleensä varsin rajallisesti käytössä, minkä vuoksi nimikkeet kannattaakin luokitella tärkeimpiin luokkiin.

Luokittelun lähtökohtana voidaan pitää esimerkiksi ABC-analyysiä. Analyysissä varastoitavat nimikkeet ryhmitellään esimerkiksi tuotteen menekin, myynnin määrän, myyntikatteen tai asiakkaiden määrän perusteella. Luokittelun avulla pystytään päättämään kunkin tuoteryhmän varastointisäännöistä, jolloin varaston kokonaisarvoa voidaan alen-
taa sekä parantaa tuotteiden saatavuutta. (Logistiikan Maailma 2011, s.90-91; Scholz-Reiter et al. 2012, s.445) Luokitteluista kerrotaankin tarkemmin seuraavassa luvussa ja sen aliluvuissa.

2.1 Varastoinnin syyt

Ritvasen & Koiviston (2007, s.34) mukaan likipitään kaikki yritykset varastoivat raaka-aineita tai tuotteita. Hankittuja tuotteita varastoidaan siihen asti, kun niitä tarvitaan. Varasto toimii linkkinä asiakkaan ja valmistajan välillä. Varastoinnille onkin monia syitä. Logistiikan maailman (2011, s.80), Sadlerin (2007, s.47-48) ja Balloun (2004, s.470) mukaan syyt voivat olla seuraavia:

- halutaan varmistaa taloudelliset eräkoot
- halutaan turvata saatavuus
- ostetut tavaraerät täytyy varastoida
- tavara väliarastoidaan jatkokuljetusta varten
- asiakaskunta ja tuotevalikoima ovat laajoja
- halutaan ylläpitää hyvää asiakaspalvelua
- jokin toimittaja on epäluotettava
- raaka-aineiden hintojen ennakoidaan nousevan

- erotellaan nopeammat tuotantoprosessit hitaammista
- sesonkituotteiden piikkien tasaus
- raaka-aineiden saanti on hankalaa.

Lisäksi varastot ovat yleinen ja tehokas puskuri epävarmuutta vastaan. Mitä enemmän on epävarmuutta tarjontaan, koneiden rikkoutumiseen tai muihin ongelmiin liittyen, sitä suurempia varastoja tarvitaan. Pohjimmiltaan varastot ovat kuitenkin kustannustekijöitä, minkä vuoksi ylimääräisiä varastoja tulisi välttää mahdollisuuksien mukaan. Mutta ennen kuin niitä aletaan vähentämään, täytyy ymmärtää niiden olemassaolon perimmäinen syy. (Holweg et al. 2018, s.91-94)

2.2 Varastoinnin kustannukset

Raaka-aineiden ja tuotteiden säilyttäminen varastoissa odottamassa, että jotain tapahtuisi, on todella kallista. Useasti kuullaan lausahdus: ”Kyllä aika tavarahan myy”. Tämä on virheellinen ajatus, joka johtaa helposti perikatoon. Kaikesta pääomasta, joka on kiinni vaihto-omaisuudessa, on maksettava korkoa. Tämän lisäksi varastojen toiminnasta syntyy kustannuksia. Taulukosta (1) nähdään arvio tuotteiden säilyttämisen aiheuttamista kustannuksista vuoden aikana, prosentteina tuotteiden eli varaston arvosta. (Rauhala 2011, s.189)

Taulukko 1. Varastoinnin kustannukset prosentteina varaston arvosta (Muokattu lähteestä Rauhala 2011, s.189)

1. Tuotteisiin sitoutuneen pääoman korko	15-20 %
2. Hävikki	2-5 %
3. Tilakustannukset	1-5 %
4. Työntekijäkustannukset	1-5 %
5. Sisäinen logistiikka	1-5 %
6. Puutekustannukset	0,5-5 %
7. Kaluston poisto	1-2 %
8. Vakuutukset	0,5-1 %
Yhteensä % varaston arvosta:	22-48 %

Kohta 1: Tuotteisiin sitoutuneen pääoman korkoa määriteltäessä täytyy arvioida paljonko kyseisellä rahamäärällä saisi tuottoa, jos se sijoitettaisiin johonkin muuhun kuin vaihto-omaisuuteen. Yleisesti ajatellaan, että ROI-luvun eli liiketoimintaan sitoutuneen pääoman tuoton täytyy olla yli 20 %, että hommaa voidaan pitää bisneksenä. Tämän vuoksi voidaan todeta, että on kohtuullista odottaa varastosta samaa tasoa olevaa tuottoa.

Kohta 2: Hävikkiä ovat tuotteiden pilaantuminen, vanhentuminen, varastaminen, omaan käyttöön ottaminen ja niin edelleen. Erityisesti olisi syytä arvioida paljonko ylisuuresta varastosta koituu hävikkiä.

Kohta 3: Tilakustannuksia ovat varsinaiset varastotilojen kulut, joihin täytyy lisätä myös muut tuotteiden säilömisestä aiheutuvat kulut. Esimerkiksi yrityksissä, joissa myytävää tavaraa säilytetään myymälän puolella, täytyy myymäläkuluista lisätä mukaan 25-50 %.

Kohta 4: Tässä kohtaa täytyy arvioida, kuinka paljon varastointiin liittyvää työtä tehdään varastossa, myymälässä tai muualla yrityksessä. Yleisesti on kohtuullista laskea mukaan noin 10-30 % koko henkilöstökustannuksista.

Kohta 5: Varsinaisen varastorakennuksen ollessa erillään myyni- tai käyttöpaikasta, aiheutuu tästä helposti merkittäviä kuluja sisäisten kuljetusten muodossa. Esimerkiksi päivittäistavara-kaupoissa myytävät tavarat joudutaan kuljettamaan varastosta myymälän esittelytelineisiin ja hyllyihin.

Kohta 6: Puutetilanteissa aiheutuu aina jonkin verran ylimääräistä työtä sekä muita kustannuksia. Pääsääntöisesti puutetilanteissa arvioidaan menetettyä liikevoittoa tai häiriökustannuksia.

Kohta 7: Kalustokuluihin kuuluvat varsinaisen varaston kalustosta aiheutuvat kulut sekä osa myymäläkalusteiden kuluista. Sopivaa olisikin ottaa kuluissa huomioon 25-50 % myymäläkalusteiden vuosipoistoista.

Kohta 8: Vakuutuskustannukset ovat melko pieni osuus kustannuksista. Vakuutusmaksujen suuruus on suhteessa vakuutetun varaston määrään. (Rauhala 2011, s.190)

Yritysten logistiikkakustannuksista 50 % muodostuu varastointiin sitoutuneesta pääomasta. Varastointi onkin huomattava kustannustekijä, minkä vuoksi sitä kehittämällä voidaan parantaa yrityksen kustannustehokkuutta. Varaston kustannuksista yli puolet johtuu henkilöstökuluista. Loput kulut jakaantuvat rakennusten, koneiden, kalusteiden, laitteiden ja ohjelmistojen kesken. Myös varastonohjaus koostuu useista kustannustekijöistä. Nämä tekijät olisi tärkeä tunnistaa, että voidaan pienentää kuluja. Varastonpitoon

liittyviä kustannuksia ovat: materiaalin tai tuotteen hinta eli tuotekustannukset, tilauskustannus, varastonpitokustannukset, puutekustannukset sekä kapasiteettiriippuvaiset kustannukset. (Logistiikan maailman 2011, s.91)

2.2.1 Tuote- ja tilauskustannukset

Tuotekustannus on toimittajan tavarasta veloittama hinta tai kulu, joka aiheutuu yhden tuotteen hankinnasta. Yhden tuotteen tuotekustannus on melko helppo selvittää katsoamalla toimittajien tarjouksia tai viimeisimpiä laskuja. Kustannusten selvitys hankaloituu, jos usea eri toimittaja tarjoaa vain hieman toisistaan poikkeavia tuotteita, erilaisilla ostoehdoilla. Myös yrityksen itse valmistamien tuotteiden tuotekohtaisia kustannuksia voi olla hankala määritellä luotettavasti. (Waters 2003, s.256)

Tilauuskustannukset ovat kustannuksia, jotka liittyvät tilauksen tekemiseen. Kustannukset eivät riipu tilattavien tuotteiden määrästä, oli tilattavan erän koko 10 tai 100 kappaletta, sillä tilauksen tekeminen maksaa saman verran. Vuotuiset tilauuskustannukset kuitenkin riippuvat vuoden aikana tehtyjen tilauskertojen määrästä. Arnold et al. (2008, s.263) mukaan tehtaiden tilauuskustannukset muodostuvat seuraavista kustannuksista:

- **Tuotannonohjauksen kustannukset.** Tuotannonohjauksesta aiheutuvat vuotuiset kustannukset ja siihen käytetty aika riippuvat tilausten lukumäärästä, ei tilattujen tuotteiden määrästä. Mitä vähemmän tilauksia vuodessa, sitä vähemmän tulee myös kustannuksia. Nämä kustannukset aiheutuvat tilausten tekemisestä, aikataulutuksesta, lastauksesta, kuljetuksesta sekä kiirehtimisestä.
- **Asetuskustannukset.** Joka kerta kun tilataan eri tuotteita, joudutaan koneiden asetuksia muuttamaan. Nämäkin kustannukset riippuvat tilausten määrästä eikä niinkään eräkoosta.
- **Hukatun kapasiteetin kustannukset.** Tilauksista johtuvien työkeskusten asetusaikojen vuoksi menetetään tehokasta tuotantoaikaa. Tästä menetetystä työajasta syntyvät hukatun kapasiteetin kustannukset. Nämä kustannukset ovat erityisen merkittäviä ja kalliita pullonkaulakoneilla.
- **Ostotilauksen tekemisestä johtuvat kustannukset.** Aina kun tehdään ostotilaus, syntyy kustannuksia. Nämä kustannukset muodostuvat tilauksen valmistelusta, seurannasta, vastaanottamisesta sekä laskun maksamiseen liittyvistä asioista.

Tilauuskustannuksia voidaankin vähentää tilaamalla määrällisesti enemmän vähemmillä tilauskerroilla, mutta tämä taas nostattaa varaston arvoa. Tilauuskustannusten ja tilausten

määrän optimoimiseksi yrityksen onkin valvottava tarkkaan tilauskustannuksista sekä varaston ylläpidosta aiheutuvia kokonaiskustannuksia. (Bragg 2018)

2.2.2 Varastonpitokustannukset

Varastonpitokustannukset ovat kustannuksia, jotka muodostuvat materiaalien ja tuotteiden fyysisestä varastoinnista. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi vuokra, lämmitys, valaistus ja vakuutukset. Nämä kustannukset voivat olla hyvin korkeita varsinkin, jos tuotteet vaativat erityisiä olosuhteita, kuten esimerkiksi kylmää tilaa tai korkeaa vartiointia. (Slack et al. 2013, s.377)

Näiden lisäksi tietenkin varastossa oleviin tuotteisiin on sitoutunut rahaa. Raha voi olla lainattua, jolloin joudutaan maksamaan korkoja. Tai jos käytetty raha on ollut yrityksen omaa, on se sitoutuneena tuotteisiin, eikä sitä voida sijoittaa johonkin mahdollisesti hyödyllisempään. Varastossa oleviin tuotteisiin liittyy myös ongelma tuotteiden mahdollisesta vanhenemisesta tai tarpeettomaksi jäämisestä (esimerkiksi uudet mallisarjat). (Waters 2003, s.257)

2.2.3 Puutekustannukset

Puutekustannukset ovat puutetilanteista aiheutuvia kustannuksia. Materiaalivarastoissa puutekustannuksia voi syntyä tuotantohäiriöistä, toimituksen kiirehtimisestä, erillistoimituksista tai omien toimitusten myöhästymisestä. Valmisteverastoissa näihin kustannuksiin lasketaan jälkitoimitukset sekä mahdollisten asiakkaiden tai tilausten menettäminen puutteiden vuoksi. Näin ollen varmuusvarasto ja palveluaste voidaankin määritellä arvioimalla puutekustannuksia. (Logistiikan maailman 2011, s.92)

Monesti puutetilanteet vaikuttavat myös asiakkaan tai käyttäjän liiketoimintaan. Tällaisissa tilanteissa voidaan joutua maksamaan korvauksia. Ostajan markkinoilla asiakas voidaan myös menettää puutetilanteen seurauksena. Myyjän markkinoilla tämä menetys ei ole yhtä todennäköinen. Monissa yrityksissä puutekustannuksia on erittäin vaikea arvioida tarkasti. Yleinen käsitys kuitenkin on, että puutekustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin kuljetuskustannukset. (Johnson et al. 2006, s.217)

2.2.4 Kapasiteettiriippuvaiset kustannukset

Kapasiteettiriippuvaiset kustannukset ovat kuluja, joita muodostuu, kun yritetään valmistaa asiakasta tyydyttävä määrä tuotteita. Esimerkiksi yritys joutuu käyttämään jotain tuotantolinjaa kolmessa vuorossa, että jonkun asiakkaan tuotteet valmistuvat halutussa ajassa. Jokaisen työvuoron lisääminen kasvattaa kapasiteettikustannuksia. Yrityksen halutessa pienentää kustannusrakennettaan, hyvä keino siihen on vähentää työvuoroja. Tämä toki taas johtaa yrityksen kapasiteetin vähenemiseen. (AccountingTools 2020)

Kapasiteettiriippuvaisia kuluja voidaan vähentää tasoittamalla tuotantoa. Eli valmistetaan hiljaisina aikoina tuotteita varastoon, joita taas myydään kovimpien kysyntäpiikkien aikana. Tämä toki kasvattaa varaston arvoa kysyntäpiikin ulkopuolella. (Arnold et al. 2008, s.264)

2.3 Varastojen luokittelu tyypeittäin

Fyysisesti ajatellen voidaan varastot luokitella siellä säilytettävän materiaalin tai sen käyttötarkoituksen mukaan. Ryhmiteltäessä materiaalin mukaan, varastot voidaan jakaa kappale- ja joukkotavaravarastoihin. Varastoja ryhmiteltäessä käyttötarkoituksen mukaan, ne voidaan ryhmitellä jakeluun tai valmistukseen liittyviksi. Valmistukseen yhdistetyt varastot ovat tehtaiden yhteydessä ja ne ovatkin jossain määrin pakollisia, sillä ne mahdollistavat välittömän tuotantotoiminnan. Varastot jaotellaan myös sen mukaisesti, missä tuotannon vaiheessa ne sijaitsevat, ja miten ne liittyvät tuotantotoimintaan. (Hokkanen et al. 2011, s.126-127)

Muckstadt & Sapra (2010, s.2) luokittelevat varastot valmistuksen kannalta viiteen eri tyyppiin: varmuusvarasto, välivarasto, ennakoitivarasto, käyttövarasto ja siirtovarasto.

2.3.1 Varmuusvarasto

Määriteltäessä nimikkeiden tilausajankohtaa, tarvitaan käsitettä varmuusvarasto. Varmuusvaraston tarve ilmeneekin aina silloin, kun ei etukäteen tiedetä tulevaa menekkiä. Varmuusvarastolla voidaan muodostaa puskuri, jonka avulla selvittää kysynnän äkillisestä noususta, tai toimitusten viivästymisistä. Näitä puskureita ei tarvittaisi, jos aina tiedettäisiin tarkasti, paljonko tavaraa tarvitaan, ja kaikki toimitukset tulisivat aina ajallaan. Nimikekohtainen varmuusvaraston taso voidaan arvioida menekin hajonnan perusteella. Tällä hajonnalla tarkoitetaan yksittäisten havaintojen keskiarvoa poikkeamaa nimikkeeseen

menekin keskiarvosta. Hajonnan suurena käytetään keskihajontaa eli standardipoikkeamaa. (Sakki 2009, s.121)

Silver et al. (1998, s.323) mukaan standardipoikkeama voidaan laskea kaavalla (1).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Jossa x_i = havainnon arvo

\bar{x} = aineiston aritmeettinen keskiarvo

n = havaintojen määrä

Tätä standardipoikkeaman arvoa tarvitaan varmuusvaraston suuruuden ennustamisessa. Varmuusvarasto voidaan laskea kaavalla (2).

$$B = ks\sqrt{L} \quad (2)$$

Jossa k = varmuuskerroin

s = standardipoikkeama

L = toimitusaika

Varmuuskerroin katsotaan taulukosta (2). Varmuuskertoimeksi valitaan sitä suurempi luku, mitä korkeampi palveluaste ja pienempi puutetilanteiden todennäköisyys halutaan. (Sakki 2009, s.122)

*Taulukko 2. Varmuuskertoimen, palveluasteen ja puutetilanteen todennäköisyyden välinen suhde
(Muokattu lähteestä Lysons & Farrington 2012, s.327)*

Varmuuskerroin (k)	Palveluaste (%)	Puutetilanteen todennäköisyys (%)
1	84,1	15,9
1,05	85,3	14,7
1,1	86,4	13,6
1,15	87,5	12,5
1,2	88,5	11,5
1,25	89,4	10,6
1,3	90,3	9,7
1,35	91,1	8,9
1,4	91,9	8,1
1,45	92,6	7,4
1,5	93,3	6,7
1,55	93,9	6,1
1,6	94,5	5,5
1,65	95,1	4,9
1,7	95,5	4,8
1,75	96	4,6
1,8	96,4	4,5
1,85	96,8	4,3
1,9	97,4	4,1
1,95	97,5	3,9
2	97,7	3,7
2,05	98	3,5
2,1	98,2	3,4
2,15	98,4	3,2
2,2	98,6	3,1
2,25	98,8	2,9
2,3	98,9	2,8
2,35	99,1	2,6
2,4	99,2	2,5
2,45	99,3	2,3
2,5	99,4	2
2,55	99,5	1,8
2,6	99,5	1,6
2,65	99,6	1,4
2,7	99,7	1,2
2,75	99,7	1,1
2,8	99,7	0,9
2,85	99,8	0,8
2,9	99,8	0,7
3	99,9	0,6

2.3.2 Välivarasto

Välivarastot ovat tarpeen kytkettäessä tuotannon eri työvaiheita toisiinsa. Tuotannon eri vaiheiden nopeudet vaihtelevat, joten keskeneräisiä tuotteita joutuu varastoimaan vaiheiden välillä. Useasti tuotteiden siirrot eri työvaiheiden välillä tapahtuu erittäin, nämä siirtoerät kasvattavat varastoja. Mitä enemmän tuotannossa on erilaisia työvaiheita, sitä enemmän muodostuu myös välivarastoja. Välivarastojen kokoon vaikuttavat toki myös eri työvaiheiden välimatkat ja tuotetyyppien määrä. Turhista välivarastoista olisi syytä pyrkiä eroon, sillä ne hidastavat valmistuksen läpäisyä ja sitovat yrityksen pääomaa. Tämän lisäksi ne myös suurentavat mahdollisten laatuvirheiden määrää. (Haverila et al. 2009, s. 446-447)

Karhusen et al. (2003, s.302–303) mukaan merkittävimmät syyt välivarastojen syntymiseen ovat:

- Jonkin komponentin taloudellinen valmistuserä on suurempi, kuin sen tarve tuotannossa.
- Yritys valmistaa asiakkailleen suuria variaatiomääriä omaavia tuotteita.
- Tuotannossa on pullonkaulakohtia, joissa siihen tulevia osia ei pystytä käyttämään niin nopeasti, kuin niitä valmistuu lisää.

2.3.3 Ennakointivarasto

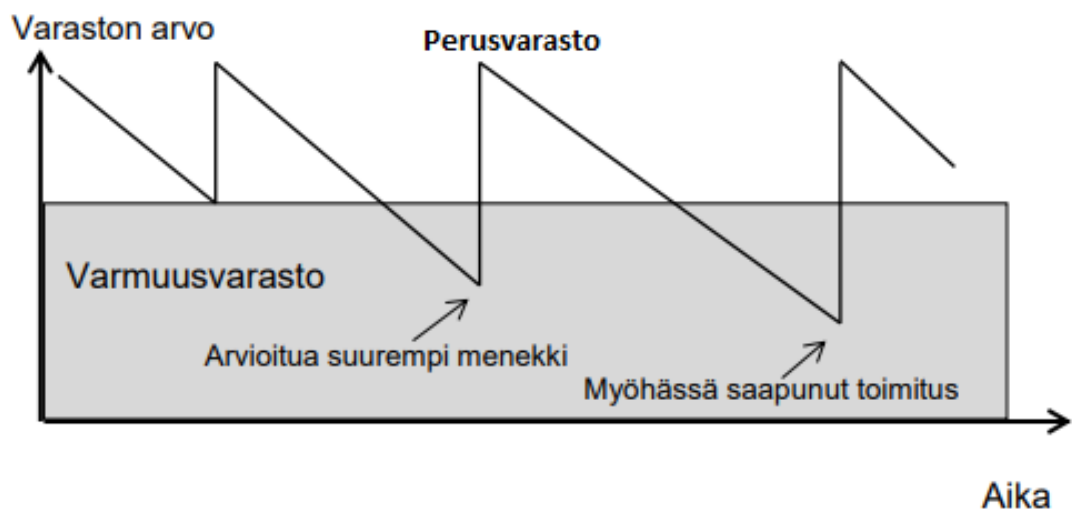
Yritys valmistaa ennakointivarastoja, joiden tarkoituksena ei ole täyttää nykyhetken tarpeita, vaan tyydyttää tulevaisuuden tarpeet. Tuotannossa nykyhetken tarpeita ovat nykyiset tilaukset tai ne, joita tarvitaan tuotannon läpimenoajan aikana. Yrityksissä, joiden tuotteet ovat kausiluonteisia, voidaan tuotteita tehdä varastoon koko vuoden. Sesonkiaikaan nämä varastot tyhjenevät muutamassa viikossa tai kuukaudessa. Varastoja joudutaan täyttämään ennakoon, koska tuotantokapasiteetti ei riitä tuottamaan kaikkea kysynnän hetkellä. Tämä tuotantokapasiteetin riittämättömyys johtaa ennakointivarastojen muodostamiseen. Joissain tapauksissa ennakointivarastoja luodaan myös spekulatioiden pohjalta. Esimerkiksi odotetaan, että jonkun raaka-aineen hinta tulee nousemaan tulevaisuudessa, jolloin voikin olla edullista ostaa sitä suuria määriä varastoon. (Muckstadt & Sapra 2010, s.2-3)

Ennakointivarastojen ansiosta vältetään ylityö- ja lisätyövoiman palkkakustannuksilta kapasiteetin ylittävän kysynnän hetkellä. Sen ansiosta vältetään myös lomautuksilta tai tehdään pysäyttämistä hiljaisina aikoina. Ennakointivarastoprosessia kutsutaankin joskus

”tasoittamiseksi”, sillä sen avulla tasoitetaan tuotannon piikit ja kuopat. Tämän ansiosta yritys pystyy ylläpitämään jatkuvaa tuotantotasoa sekä tasaista työntekijä määrää. (Reference for Business 2020)

2.3.4 Perus-/käyttövarasto

Perus-/käyttövarasto on varasto, joka syntyy tuotannossa käytettyjen tai myytyjen tavaroiden täydentämisestä. Tätä varastoa tarvitaan kysynnän tyydyttämiseksi varmoissa olosuhteissa. Toisin sanoen olosuhteissa, joissa yritys tietää tarkasti kysynnän sekä läpimenoajat. Esimerkiksi yksinkertaistetussa tilanteessa, jossa tuotteen menekki on vakio 20 yksikköä päivässä ja läpimenoaika on aina vakio 10 päivää, perusvarasto riittää. (Lambert et al. 1998, s.116) Käytännössä olosuhteet kuitenkin harvemmin ovat näin optimaaliset. Jonssonin (2008, s.271) mukaan asiaa tilanteista, joissa perusvarasto ei riitäkään havainnollistaa hyvin kuva (3). Kuvasta huomataan, kuinka perusvaraston määrä ei ole riittävä, kun tapahtuu odottamattomia asioita. Esimerkiksi hetkittäinen arvioitua suurempi menekki tai myöhässä saapunut toimitus.



Kuva 3. Perusvaraston riittävyys. (Jonsson 2008, s.271)

2.3.5 Siirtovarasto

Siirtovarastoja tarvitaan kompensoimaan materiaalipuutteet sillä välin, kun tavaraa kuljetetaan toimipisteiden välillä. Siirtovarastoja voi myös syntyä toimitusten viivästyksistä toimittajan ja asiakkaan välillä. Näiden syntyä voidaan vähentää, jos löydetään vaihtoehtoinen toimittaja. (Greasley 2008, s.72)

Siirtovarastojen tarkastelu on tärkeää, sillä se antaa hyvän kuvan siitä, kuinka paljon rahaa on kiinni varastotuotteissa. Se antaa myös hyvän kuvan kuljetuskustannusten todellisesta määrästä. Melkein kaikki tuotteet vaativat jonkin verran kuljetusta valmistus- ja toimitusprosessin aikana, joten on mahdotonta toimia täysin ilman siirtovarastoja. (Stitch labs 2019)

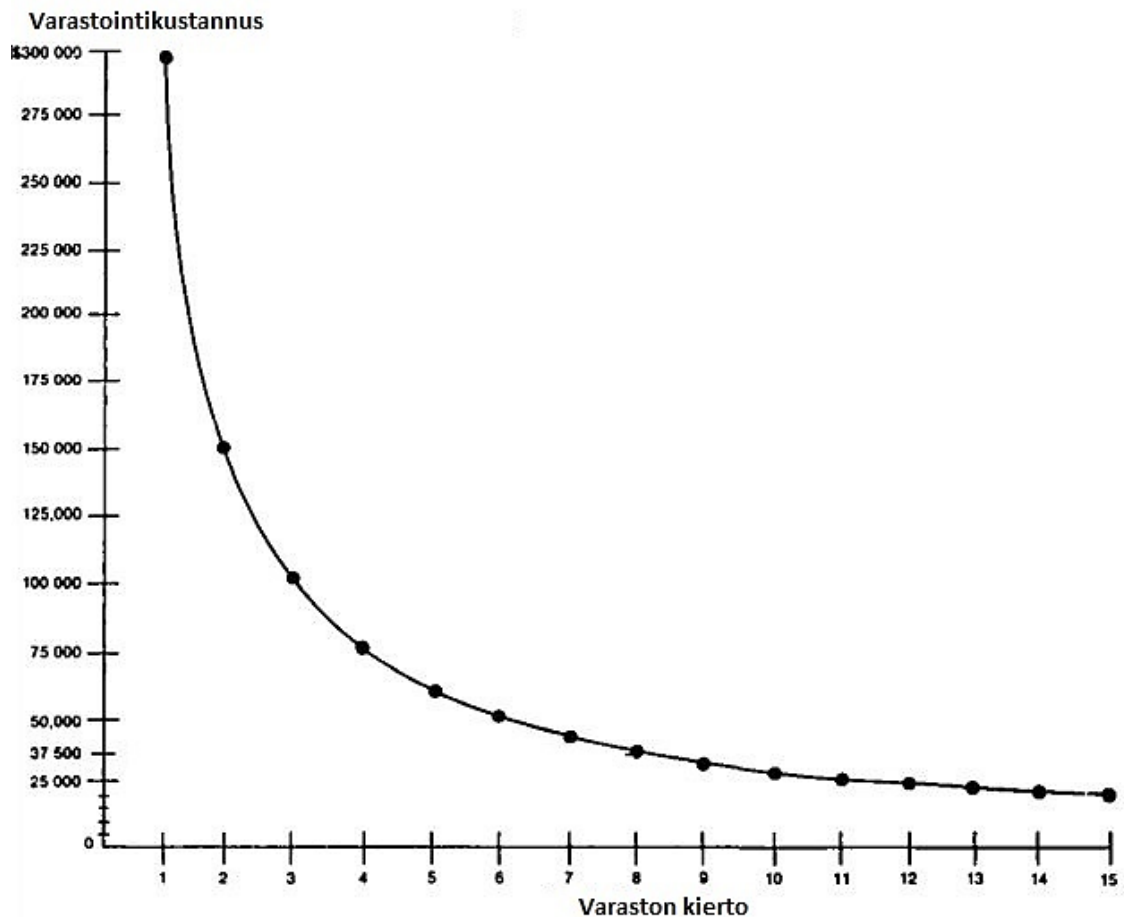
2.4 Varastonkierto

Varastonkiertoa mitataan suurella varaston kiertonopeus. Kiertonopeus kertoo, kuinka monta kertaa vuodessa varaston tuotteet myydään. Yleensä mitä korkeampi nopeus on, sitä parempi, koska se tarkoittaa varastojen tehokkaampaa toimintaa. Kiertonopeuden lisäksi hyvä mitattava suure on varaston riitto. Tällä tarkoitetaan sitä, kuinka moneksi päiväksi varastossa on tavaraa suhteessa kulutukseen. Riitto olisi hyvä olla tasapainossa, sillä päivien suuri lukumäärä voi merkitä ylimääräistä varastoa ja liian pieni määrä taas varaston loppumisen riskiä. (Stevenson 2002, s.544)

Varaston riitto voidaan Ross & Westerfield (2014, s.60) mukaan laskea kaavalla (3).

$$riitto = \frac{keskivarasto}{vuosimyynti \cdot 365} \quad (3)$$

Hankintaeräkoon oikealla määrittelyllä voidaan alentaa varastointikustannuksia. Kustannuksiin vaikuttaa myös varaston kiertonopeus. Kiertonopeuden avulla voidaankin määritellä tehokkaasti eri varastonimikkeisiin sitoutunut pääoma. Tämä kiertonopeuden ja varastonimikkeisiin sitoutuneen pääoman suhde voidaan havainnoida hyvin kuvasta (4).



Kuva 4. Kiertonopeuden vaikutus varastointikustannuksiin. (Muokattu lähteestä Lambert & Quinn 1981, s.65)

Kiertonopeuden laskemiseksi voidaan käyttää eri menetelmiä, mutta suosituin tapa sen laskemiseen on kaavan (4) mukainen, jossa kiertonopeus lasketaan tietyn ajanjakson, tyypillisesti vuoden, kulutuksen tai käytön ja varaston keskiarvon suhteena. (Hokkanen et al. 2011, s.204)

$$\text{varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen keskiarvo}} \quad (4)$$

Mitä nopeampi tämä kiertoaika on, sitä tehokkaammin yrityksen materiaalihallinto ja markkinointi toimivat. Yrityksen huono vaihto-omaisuuden kierto yhdistettynä matalaan kannattavuuteen ja yleistoloudelliseen tilaan kertookin monesti varastoon liittyvistä ongelmista. Kiertonopeus on toimialakohtainen, joten sille ei ole yleisiä ohjearvoja. Sitä on verrattava kyseisen toimialan keskimääräisiin aikoihin. (Alma Talent 2020)

2.5 Varastoinnin kehittäminen

Varastoinnin kehittämisen lähtökohtana on tunnistaa mahdolliset ongelmakohdat. Jos yrityksellä on jatkuvia varaston hallintaan liittyviä ongelmia, voi olla tarpeen muuttaa nykyisiä prosesseja tai järjestelmiä. Seuraavat asiat voivat kertoa heikosta varastohallinnasta:

- jälkitoimitusten määrän lisääntyminen
- jälkitoimitusten määrä pysyy samana, vaikka varastointiin on investoitu suuria määriä pääomaa
- suuri asiakkaiden vaihtuvuus
- lisääntynyt määrä peruttuja tilauksia
- määrääjoin ilmenevä puute riittävästä varastotilasta
- suuri eroavaisuus varastotuotteiden kiertonopeudessa jakelukeskusten välillä
- heikentyvät suhteet tavarantoimittajien kanssa
- suuri määrä vanhentuneita tuotteita.

Varastointia voidaan kehittää yhdellä tai useammalla seuraavista tekniikoista: ABC-analyysi, ennusteet, varastomallit tai tilausten käsittelyjärjestelmä. (Lambert et al. 1998, s.168-169)

Koskinen et al. (1995, s.227) toteaa, että toiminnan kehittäminen alkaa nykytilan analysoinnilla. Nykytilan analysoinnissa voidaan käyttää apuna SWOT analyysia. SWOT eli nelikenttäanalyysi on analysointimenetelmä, joka on yksinkertainen ja yleisesti yritysten käytössä. Analyysin avulla pystytään selvittämään yrityksen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet sekä uhat. Arvioitaessa yrityksen toimintaa on keskeistä selvittää aina sekä yrityksen nykytilaan vaikuttavat tekijät että tulevaisuuteen vaikuttavat asiat. SWOT-analyysin avulla nämä toimintaan vaikuttavat tekijät voidaan havainnollistaa helposti nelikenttämuodossa (kuva 5). Nelikenttäanalyysissä nykytilaa kuvaavat yrityksen vahvuudet ja heikkoudet. Vahvuudet ovat niitä toimia tai resursseja, joita yritys pystyy käyttämään hyödykseen. Heikkoudet ovat niitä tekijöitä, joita yrityksen olisi syytä kehittää toimiaukseen tehokkaammin. Tulevaisuutta taas kuvaavat uhat ja mahdollisuudet. (Suomen Riskienhallintayhdistys 2020)

Sisäiset vahvuudet (Strengths)	Sisäiset heikkoudet (Weaknesses)
Ulkoiset mahdollisuudet (Opportunities)	Ulkoiset uhat (Threats)

Kuva 5. SWOT-analyysi. (Lindroos & Lohivesi 2010, s.220)

Nelikenttäanalyysia voidaan käyttää kaikenlaisissa yrityksissä. Analyysi voi koskea koko yritystä tai vain jotain yrityksen tiettyä osaa. Analyysin tekemisessä on Suomen Riskienhallintayhdistyksen (2020) mukaan syytä noudattaa seuraavia periaatteita:

- Tee analyysistä niin yksinkertainen ja käytännönläheinen kuin suinkin.
- Pidä nykytilaan ja tulevaisuuteen vaikuttavat tekijät erillään.
- Yritä löytää kaikkiin nelikentän ruutuihin mahdollisimman paljon yritystäsi kuvaavia asioita. Mitä enemmän ideoita muodostuu, sen parempi.

2.6 Tuotteiden luokittelu

Melkein kaikilla varastoja pitävillä yrityksillä on käytössään jokin varastohallintajärjestelmä. Pienilläkin yrityksillä voi olla jopa tuhansia tuotenimikkeitä järjestelmissään. Suurilla yrityksillä nimikemäärät voivat nousta jo satoihin tuhansiin nimikkeisiin. Näin suuria tuotemääriä ei pystytä käsittelemään ilman sopivaa ryhmittelyä. Varastoitavia tuotteita voidaankin luokitella monella eri tavalla, kuten esimerkiksi käyttötarkoituksen, valmistajan, koon, värin, materiaalin tai merkin mukaan. Tämän lisäksi tuotteita luokitellaan mo-

nesti myös euromääräisen myynnin, ostojen, valmistuksen tai varastointimäärien perusteella. Luokittelun avulla on helpompaa hahmottaa koko varastointikokonaisuus, jolloin voidaan keskittyä kaikkein olennaisimpiin asioihin. (Salmivuori 2010, s.37)

Sakin (2009, s.90) ja Richardsin (2011, s60-61) mukaan tunnetuin tuotteiden luokittelutapa perustuu Pareton 20/80-sääntöön. Tämän säännön mukaan voidaan todeta seuraavat asiat:

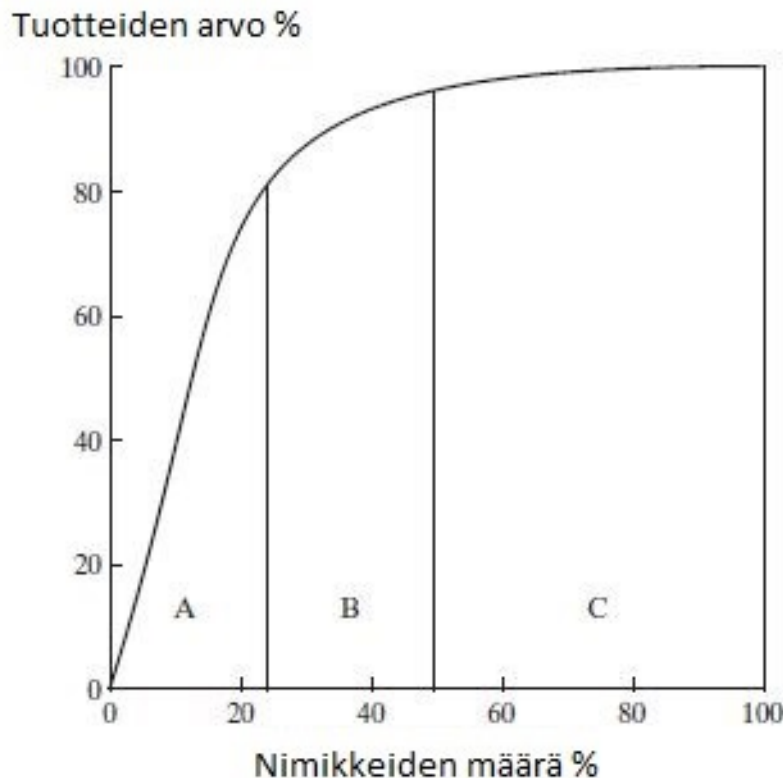
- 80 % tuotteista tuo vain 20 % liikevaihdosta
- 20 % tuotteista muodostaa 80 % tuloksesta
- 80 % asiakkaista tuottaa vain 20 % myynnistä
- 80 % varastosta aiheutuu 20 % tuotteista
- 20 % tuotteista aiheuttaa 80 % toimituspuutteista

Vaikka Pareton-periaatteen käyttö on hyvin yleistä liiketoiminnassa, on yrityksen johdon syytä tarkastella asioita laajemmalti varastostrategiansa kannalta. Sillä vaikka yritys haluaakin vähentää varastoinnin kustannuksia, haluaa se myös todennäköisesti tarjota asiakkailleen luotettavaa palvelua. Tuotteet, jotka eivät luokittelun mukaisesti ole yrityksen tuottavuuden kannalta tärkeitä voivat olla tietyille asiakkaille erittäin tärkeitä. (Bowersox 2002, s.40)

2.6.1 ABC-analyysi

ABC-analyysi on analyysi, jonka avulla pyritään erottelemaan merkittävät asiat vähämerkisyisistä asioista. Tätä analyysia voidaan hyödyntää monissa eri ilmiöissä, mutta yleisimmin sitä käytetään materiaalivarastojen analysoinnissa. Luokittelun avulla voidaan suunnitella ohjausperiaatteita sekä etsiä materiaalinhallinnan kehityskohteita. Analyysi perustuu varastonimikkeiden luokitteluun vuosikulutuksen arvon perusteella. Varaston luokittelua voidaan käyttää nimikkeiden varastovalvontaperiaatteita suunniteltaessa tai kehityskohteiden analysoinnissa. (Haverila et al. 2009, s.457)

ABC-analyysi perustuu Pareton 80/20-sääntöön. Tämän säännön pohjalta tehty ABC-analyysi jakaa tuotteet kolmeen luokkaan, kuten kuvassa (6). A-luokka pitää sisällään 20 prosenttia tuotteista, mutta niiden arvo on 80 prosenttia kokonaisvolyyymista. B-luokka sisältää 30 prosenttia tuotteista, joiden arvo on 15 prosenttia kokonaisvolyyymista. C-luokassa on 50 prosenttia tuotteista ja niiden arvo on 5 prosenttia kokonaisvolyyymista. (Arnold et al. 2008, s.271)



Kuva 6. Tuotteiden ABC-luokittelu. (Muokattu lähteestä Arnold et al. 2008, s.263)

Sakin (2014, s.63) ja Huuhkan (2017, s.47) mukaan luokittelun ei tarvitse olla täsmälleen 80/20-säännön mukainen, vaan luokittelussa voi olla esimerkiksi viisi luokkaa. Neljässä luokassa on aktiivisia nimikkeitä ja yhdessä nimikkeitä, joita ei ole myyty tai käytetty ollenkaan tietyllä aikavälillä. Luokittelu voi pohjautua esimerkiksi seuraavanlaiseen jaoteluun:

8. A-luokka = 50 % kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta
9. B-luokka = 30 % myynnistä tai kulutuksesta
10. C-luokka = 18 % myynnistä tai kulutuksesta
11. D-luokka = 2 % myynnistä tai kulutuksesta
12. E-luokka = ei myyntiä tai kulutusta.

ABC-analyysin mukaisella tuotteiden ryhmittelyllä voidaan alentaa varaston kokonaisarvoa ja samalla parantaa tuotteiden saatavuutta. Luokittelun pohjalta määritellään tuoteryhmien varastointipolitiikka. A-luokan nimikkeitä, eli nopeimmin kiertäviä ja arvokkaimpia nimikkeitä ohjataan ja valvotaan tarkasti. A-nimikkeitä ohjataan menekin mukaan ja niiden varastojen täydennysväli onkin tiheä. B-luokan nimikkeiden ohjauksen ei tarvitse olla yhtä ajantasainen. B-nimikkeitä tilatessa voidaankin käyttää suurempia tilauseriä. C-

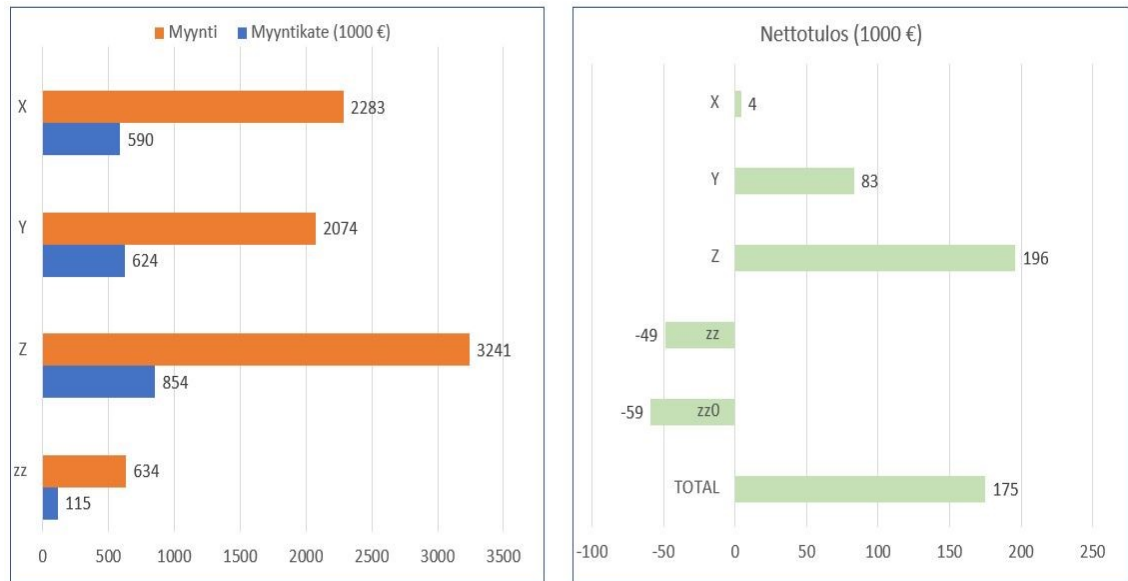
nimikkeiden ohjaustarve on vähäistä. Niiden vuositarve täytetään muutamilla vuosittaisilla toimituserillä. C-luokan nimikkeiden ohjaus tapahtuu yksinkertaisten ohjausmenetelmien avulla, kuten esimerkiksi kaksilaatikkomenetelmällä tai automaattisillatäydennyksillä. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että vaikka C-nimike ei olisi myynnillisesti merkittävä, voi sen puuttumisesta aiheutua tuotannossa suuriakin ongelmia. (Logistiikan Maailma 2011, s.91; Russell & Taylor 2011, s.562)

2.6.2 XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on ABC-analyysin muunnelma. XYZ-analyysissa tuotteiden luokittelu tapahtuu kulutuksen tai myynnin tapahtumamäärien mukaan. Myös tämä luokittelu tehdään 80/20-säännön mukaisesti. Luokittelu voikin olla esimerkiksi tällainen:

1. X-luokka = 50 % kaikista tapahtumista
2. Y-luokka = 30 % tapahtumista
3. Z-luokka = 18 % tapahtumista
4. zz-luokka = 2 % tapahtumista
5. z0-luokka = ei yhtään tapahtumaa. (Sakki 2009, s.96)

XYZ-analyysia käytetään erityisesti tehostamaan tavaranhallintaa. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi varastopaikkojen määrittämisessä. Varastopaikat voidaan määrittää esimerkiksi niin, että X-luokan tuotteet ovat keräilyyn kannalta parhailla paikoilla. Näin toimittaessa saadaan keräilymatkat mahdollisimman lyhyiksi. Myös tämän analyysin kautta kannattaa tarkastella myynnin ja nettotuloksen muodostumista. Sillä vaikka X-luokan tuotteilla on eniten myyntikertoja, voi kuljetuserän koko olla keskimäärin matalampi. Tämän vuoksi myyntikerrasta saadaan alhaisempi myyntikate, joka lisää tappion uhkaa. Edellä mainittua tilannetta havainnollistaa kuva (7). Kuvasta nähdään, että vaikka X-tuotteilla on melko paljon myyntikertoja, mutta katteen ollessa matala, jää nettotulos myös hyvin matalaksi. (Sakki 2014, s.67)



Kuva 7. XYZ-analyysin yhteenveto. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.97)

2.6.3 ABC- ja XYZ-analyysin yhdistelmä

ABC- ja XYZ-analyysin yhdistelmässä ryhmät määritellään pareiksi vertailumatriisiin kuvan (8) mukaisesti. Vertailumatriisin avulla voidaan suunnitella tarkemmin eri ABC- ja XYZ-luokkien aktiviteetteja. (Stojanovic & Regodic 2017, s.36)

ARVO ENNUSTETTAVUUS	A (korkea)	B (keskimääräinen)	C (matala)
X (korkea)	A/X	B/X	C/X
Y (keskimääräinen)	A/Y	B/Y	C/Y
Z (matala)	A/Z	B/Z	C/Z

Kuva 8. ABC- ja XYZ-analyysin yhdistelmä. (Muokattu lähteestä Stojanovic & Regodic 2017, s.37)

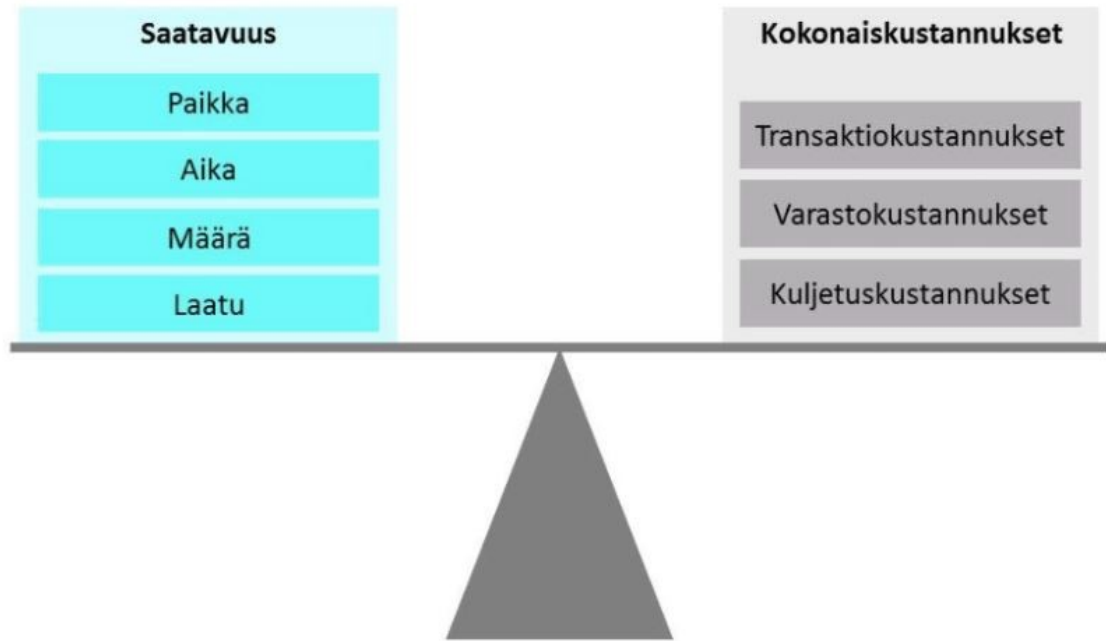
Ryhmä **A/X** muodostuu niistä tuotteista, joiden osuus kokonaisarvosta on suuri. Niillä on myös jatkuva kulutus ja suuri kysyntäennusteen tarkkuus. Näitä tuotteita pystytään tilaamaan tarkasti, joten suuria varmuusvarastoja ei tarvita. Ryhmä **A/Y** sisältää tuotteet, joilla on suuri osuus kokonaisarvosta, mutta niiden kulutus on epäjatkovaa ja niiden ennustaminen on hankalampaa. Tähän tuoteryhmään on syytä kiinnittää riittävästi huomiota ostojen suunnittelussa, että ostohinnat saadaan mahdollisimman mataliksi. Ryhmä **A/Z** koostuu tuotteista, joilla on suuri osuus kokonaisarvosta, mutta niitä myydään silloin tällöin ja niiden kysyntää on hankala ennustaa tarkasti. Varastonhallinta on kaikista monimutkaisinta tämän ryhmän kohdalla. (Stojanovic & Regodic 2017, s.37)

Ryhmä **B/X** muodostuu tuotteista, joiden osuus kokonaisarvosta on keskimääräinen. Tuotteilla on jatkuva kulutus ja niiden kysyntä voidaan ennustaa erittäin tarkasti. Tämän tuoteryhmän kohdalla ostodynamiikka ja varastojen minimitasot olisi hyvä määritellä samanaikaisesti. Ryhmä **B/Y** sisältää tuotteet, joiden arvo kokonaisarvosta on keskimääräinen ja niiden kulutus on epäjatkovaa. Tuotteiden menekien ennustaminen onnistuu keskimääräisesti. Ryhmä **C/X** koostuu tuotteista, joilla on pieni osuus kokonaisarvosta. Niiden kulutus on jatkuvaa ja ennustaminen onnistuu suurella tarkkuudella. Näitä tuotteita tulee tilata tarpeen mukaan. (Stojanovic & Regodic 2017, s.37)

Tuotteilla, jotka kuuluvat ryhmiin **B/Z**, **C/Y** ja **C/Z** on melko lailla olematon merkitys yrityksen liiketoimintaan. Tämän vuoksi niitä ostetaan harvoin ja niiden oston suunnittelu jätetään usein huomiotta tai se jätetään toimittajien vastuulle. Yleisesti voidaan sanoa, että luokat **AX**, **BX** ja **CX** täyttävät *just-in-time* mukaisen lähestymistavan vaatimukset. **CZ**-luokkaan kuuluvien, vähäarvoisten ja huonon ennustettavuuden omaavien tuotteiden kanssa ponnistelu on minimoitava. Kaikki näiden ryhmien väliin jäävät ryhmät on tutkittava erikseen. (Stojanovic & Regodic 2017, s.37)

2.7 Materiaalinojaus

Materiaalinojaus toimii kapasiteetinojauksen rinnalla perustana tuotannonojaukselle. Se liittyy myös tiiviisti varastonojaukseen ja -hallintaan. Materiaalinojauksen avulla pyritään siihen, että asiakkaalla, tuotannolla ja muilla toimitusketjun toimijoilla olisi käytettävissä oikeat materiaalit. Ohjauksen tavoite onkin, että oikea määrä laadukasta materiaalia, oikealla hintaa olisi oikeaan aikaan, oikeassa paikassa. Materiaalinojauksen avulla pyritään siis hyvään tasapainoon saatavuuden ja kustannusten välillä, kuten kuvassa (9). Kustannusten ja saatavuuden välinen hyvä tasapaino on helpompi saavuttaa, mikäli materiaalivirta voidaan kehittää tasaiseksi, nopeaksi ja ohueksi. Tämä parantaa myös reagointikykyä yllätysten sattuessa. (Logistiikan maailma, Materiaalinojaus 2020)



Kuva 9. Saatavuuden ja kustannusten tasapaino materiaalinohjauksessa. (Logistiikan maailma, Materiaalinohjaus 2020)

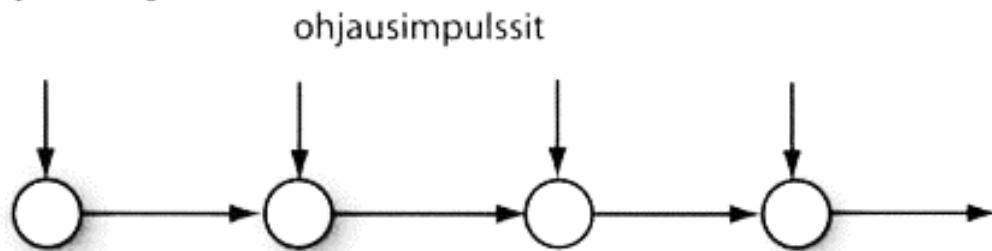
Varastopohjaisessa materiaalinohjauksessa tuotteiden kysyntä on suurelta osin muiden tuotteiden menekistä riippumatonta. Tilanne on toisenlainen tavaratuotannossa. Kun valmistussuunnitelma on tehty, tiedetään mitä raaka-aineita ja komponentteja tullaan tarvitsemaan ja minkälaisia määriä. Tuotetasolla nämä määrät saattavat vaihdella hyvinkin paljon, riippuen miten eri tuotteiden valmistus ajoittuu. Monen komponentin kohdalla voi olla pitkiä aikoja, jolloin niitä ei tarvita ollenkaan. Varastolähtöiseen ohjaukseen liittyviä varmuusvarastojakaan ei ole syytä pitää. Valmistustoiminnassa on olemassa kaksi erilaista materiaalinohjaus tapaa. Toinen näistä perustuu *materiaalitarvelaskentaan*, joka pohjautuu tulevien tarpeiden ennustamiseen ja suunnitteluun. Toinen tapa perustuu *imuohjaukseen*. Se perustuu tämänhetkisen tarpeen tyydyttämiseen. Tulevia tarpeita ei paljoa mietitä eikä ennakoida. (Sakki 2014 s.90; Nahmias 2008, s.363-365)

2.7.1 Materiaalitarvelaskenta (MRP)

Menetelmää, joka perustuu materiaaltarpeiden ennakkointiin, voidaan kutsua työntöohjaukseksi. Tässä menetelmässä määrittely materiaalivirtojen kulkemisesta tuotannossa tehdään keskitetysti. Tuotannossa olevat komponentit ”työnnetään” valmistusvaiheesta seuraavaan (kuva 10). Tärkein työkalu tässä toiminnassa on materiaalitarvelaskenta eli

MRP. Materiaalitarvelaskennan avulla jokaisessa valmistusvaiheessa tuotettavat tuotemäärät suunnitellaan yhdellä kertaa myyntiennusteiden, rakennetietojen ja varastomäärien pohjalta. Rakennetiedot ovat puumainen tuoterakenne, jossa voi olla useita tasoja, jotka muodostuvat erikseen tehtävistä komponenteista ja ostettavista komponenteista tai raaka-aineista. Tarvittavien komponenttien tai tuotteiden määrät voivat olla suuriakin, mutta valmistusaikataulun ja läpimenoajan avulla niiden tarveajankohta voidaan ennakoita tarkasti. (Sakki 2009, s.128)

Työntöohjaus



Kuva 10. Työntöohjauksen periaate. (Haverila et al. 2009, s.423)

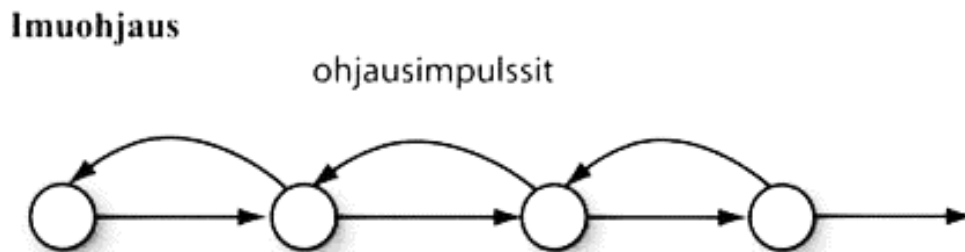
Materiaalitarvelaskenta voi näyttää loogiselta ja järkevältä, mutta sen toteutuksessa voi ilmetä monia ongelmia. Tulevista tarpeista osa on oikeita asiakastilauksia, mutta osa perustuu ennusteeseen tulevasta. Myös muutokset ovat mahdollisia. Kun tuoterakenteissa on monia eri tasoja, voi useavaiheisessa valmistuksessa esiintyä odottamattomia pullonkauloja. Myös eri työvaiheiden läpimenoajat voivat venyä tai ostettavien komponenttien ja raaka-aineiden toimitusajat voivat viivästyä. Kaikki tällainen aiheuttaa uudelleen laskentaa sekä muutostarpeita suunnitelmiin. Materiaalitarvelaskenta perustuu tuotteen rakennetietoihin ja ne voivatkin olla laskennan heikko lenkki, sillä monesti tuoterakenteet eivät ole muuttumattomia. Tuoterakenteet voivat muuttua jopa useita kertoja tuotteen elinkaaren aikana. (Sakki 2014, s.90-91)

Tarvelaskennassa tarvitaan tiedot sen hetkisistä varastomääristä. Tarkkoja tietoja ei välttämättä aina ole saatavilla, sillä joissain yrityksissä ei pidetä yllä tarkkaa seuranta. Tiivistetysti materiaaltarvelaskennassa keskitytään seuraaviin asioihin: mitä valmistetaan, mitä tarvitaan, mitä on jo olemassa ja milloin tarvitaan. (Sakki 2009, s.128)

2.7.2 Imuohjaus (JIT)

Sakin (2014, s.91) mukaan imuohjaukseen liittyvä käsite *just-in-time* (JIT) sai alkunsa japanilaisesta autoteollisuudesta. JIT on johtamisfilosofia, jota käytetään valmistavassa teollisuudessa. Sen tavoitteena on, että oikean laatuiset, oikeat tuotteet ovat oikeassa paikassa, oikeaan aikaan. Filosofian käytön on huomattu nostavan tuotannon laatua, tuottavuutta, tehokkuutta ja kommunikaatiota. (Kootanaee et al. 2013, s.8)

Imuohjaus pohjautuu ideaan, jossa komponentteja tai tuotteita valmistetaan vain todellisen välittömän tarpeen verran. Tuotannossa komponentteja ”imetään” tuotantoon vain valmistuksessa tarvittavan määrän verran. Valmistusketjussa tarpeesta ilmoittavat ohjausimpulssit etenevät lopusta alkuun (kuva 11). (Haverila et al. 2009, s.422)



Kuva 11. Imuohjauksen periaate. (Haverila et al. 2009, s.423)

Imuohjauksen käytännön toteutus tapahtuu pienten nopealla kierrolla olevien välivarastojen avulla. Ohjausimpulssi muodostuu, kun tuotteita käytetään puskurina toimivasta välivarastosta. Imuohjaus toimii tuotteilla, joiden menekki on suhteellisen tasaista. Ellei menekki ole tasaista, on ohjauksen vaatimia välivarastoja mahdotonta muodostaa. Tämä ohjaustapa vaatii myös valmistukselta lyhyttä läpäisyaikaa sekä virheetöntä laatua, sillä yhdessäkin valmistusvaiheessa ilmenevä ongelma voi pysäyttää nopeasti koko tuotantoprosessin. Imuohjausperiaatetta voidaan käyttää monissa eri sovelluksissa. Esimerkiksi työntöohjauksella toimivissa tehtaissa voidaan imuohjausta käyttää vakiokomponenttien ja -koonpanojen ohjauksessa. Imuohjausta käytetään usein, koska se on toimintavarma tapa. Sitä ei häiritse valmistuksenohjauksen tai materiaalikirjanpidon ongelmat. (Haverila et al. 2009, s.423)

2.8 Varaston täydennysmenetelmät

Optimaalisessa varastoinnissa varastoitavia osia tai tuotteita on varastossa riittävä määrä, jolloin pystytään saavuttamaan haluttu palvelutaso. Varastomäärän täytyy kuitenkin samalla olla myös riittävän matala, että vaihto-omaisuuteen ei sitoutuisi kohtuuttoman paljon pääomaa. Palvelutasa voidaan kasvattaa suurentamalla varmuusvarastojen tasoa. Mitä suuremmissa erissä tuotteita ostetaan, sitä suuremmiksi varastojen maksimisaldo ja keskiarvo kasvavat. Varaston kokonaisarvoa voidaan alentaa ostamalla pienempiä eriä ja pitämällä varmuusvarastot pienempinä. (Salmivuori 2010, s.51)

Varaston täydentämisessä voidaan käyttää monia eri menetelmiä. Yritys voi määritellä ja muokata parhaiten sille soveltuvan menetelmän. Käytännössä menetelmät pohjautuvat joko tilauspisteeseen tai tilausväliin. (Sakki 2009, s.123) Seuraavissa aliluvuissa käsitellään tarkemmin näitä eri menetelmiä.

2.8.1 Tavarantoimittajakohtainen tilausväli

Optimistokerämenetelmässäkin käytettyä Wilsonin kaavaa voidaan hyödyntää ja soveltaa myös tavarantoimittajakohtaisessa menetelmässä. Kaavaa soveltamalla voidaan määritellä yhdeltä tavarantoimittajalta hankittavien nimikkeiden optimaalinen ostorytmi. Tilausväli saadaan laskettua kaavalla (5). (Sakki 2009, s.126)

$$Tarkasteluväli = \sqrt{\frac{2*TK}{VK*TC}} \quad (5)$$

Jossa TK = yhden erän aiheuttama kustannus

VK = varastoimisen kulu prosentteina

TC = kyseisen tavarantoimittajan kaikkien tuotteiden vuosikulutuksen arvo

Tässä menetelmässä tilauserän suurimmat kulut aiheutuvat kuljettamisesta koituvista kustannuksista. Pitkien etäisyyksien päästä tehdyt tilaukset ovat edullisinta kuljettaa pakattuna suuryksikössä, kuten täyteen pakatussa kontissa. Näin toimittaessa määräytyy ostorytmi sen perusteella, mitä tavaraa konttiin saadaan mahtumaan. (Sakki 2009, s.126)

2.8.2 Min-max-menetelmä

Joillekin tuotteille on järkevää määritellä varaston ylä- ja alarajarat, joiden sisällä tuotteiden varastomäärän halutaan pysyvän. Tällaista varaston täydennysmenetelmää kutsutaan min-max -menetelmäksi. Tuotteiden tai raaka-aineiden määrän ollessa raja-arvojen välissä varaston tarkasteluhetkellä, ei niitä tarvitse tilata lisää. Varaston alittaessa alarajan, tilataan määrällisesti niin paljon, että varasto nousee ylärajaansa (Kuva 12). Tässä menetelmässä tilattava määrä vaihtelee kerrasta toiseen. Nämä raja-arvot voidaan laskea kaavoilla (6) ja (7). (Sakki 2009, s.125)

$$\text{maksimivarasto} = \text{varmuusvarasto} + \text{menekki tarkasteluvälin ja hankinnan aikana} \quad (6)$$

$$\text{minimivarasto} = \text{tilauspiste} = \text{keskimääräinen menekki hankinnan aikana} + \text{varmuusvarasto} \quad (7)$$

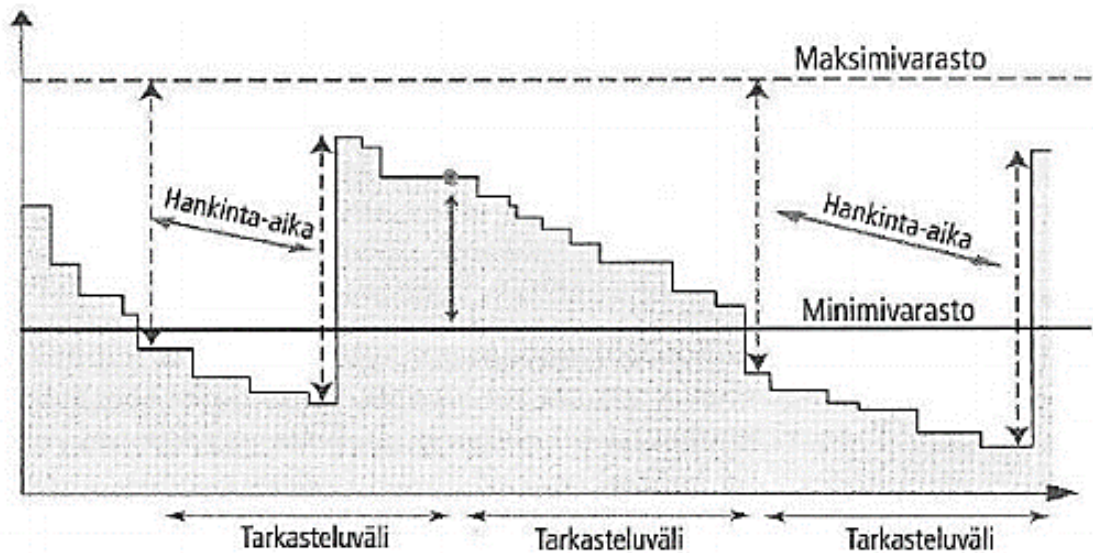
Tilauserän koko saadaan laskettua kaavalla (8).

$$\text{Tilauserä} = \text{maksimivarasto} - \text{tarkasteluhetken varasto} - \text{saapumatta olevat tilaukset} \quad (8)$$

Tarkasteluvälin pituus pystytään laskemaan vuosikulutuksen sekä optimierän avulla, kaavan (9) mukaisesti.

$$\text{tilauskertojen määrä} = \frac{\text{tuotteen vuosikulutus}}{\text{optimitilauserä (EOQ)}} \quad (9)$$

$$\text{tarkasteluvälin pituus viikoissa} = \frac{52}{\text{tilauskertojen määrä}}$$



Kuva 12. Min-max -menetelmä. (Sakki 2009, s.125)

Tämä menetelmä soveltuu kaikille abc-luokituksen tuotteille. A- ja b- tuotteilla tarkasteluväli on lyhyempi, kun taas c- ja d-tuotteilla pidempi. Min-max -menetelmää voidaan käyttää samalla tavalla, kuin tilausvälin menetelmää. Eli niin, että yhdeltä tavarantoimittajalta tilataan samalla kertaa kaikki muutkin tarvittavat tuotteet. Näin tehtäessä yksittäisen tuotteen erä koko vaihtelee eri tilauskerroilla, mutta tutkittaessa kerralla kaikkia tavarantoimittajalta tilattuja tuotteita, voidaan tilauserä saada kuljetusten kannalta kannattavimmaksi. (Sakki 2009, s.126)

2.8.3 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemenetelmässä täydennystilauksen käynnistää nimikkeelle ennalta määritetty varastomäärän saavuttaminen tai alittaminen. Tämä menetelmä mukautuu optimiostoerämallia paremmin kysynnän epävarmuuteen. Tilauspistemenetelmän tehokkuus muodostuu pääsääntöisesti tilaushetken ja sitä kautta täydennyshetken ajankohtaisesta määrittelystä. Mallin toiminnan ydin on hälytysraja eli tilauspiste. Hälytysraja on komponentin tai tuotteen määrä, joka aiheuttaa seuraavan tavaraerän tilaamisen kyseessä olevan määrän tullessa saavutetuksi tai ohitetuksi. Hälytysraja määritetään tuotteen havaitun tai ennustetun kysynnän, tilaus- ja toimitusviiveen tai mahdollisesti kokonaiskustannusten avulla. (Karrus 2003, s.43). Sakin (2009, s.123) mukaan tilauspiste eli hälytysraja voidaan laskea kaavan (10) mukaan.

$$T = D * L + B \quad (10)$$

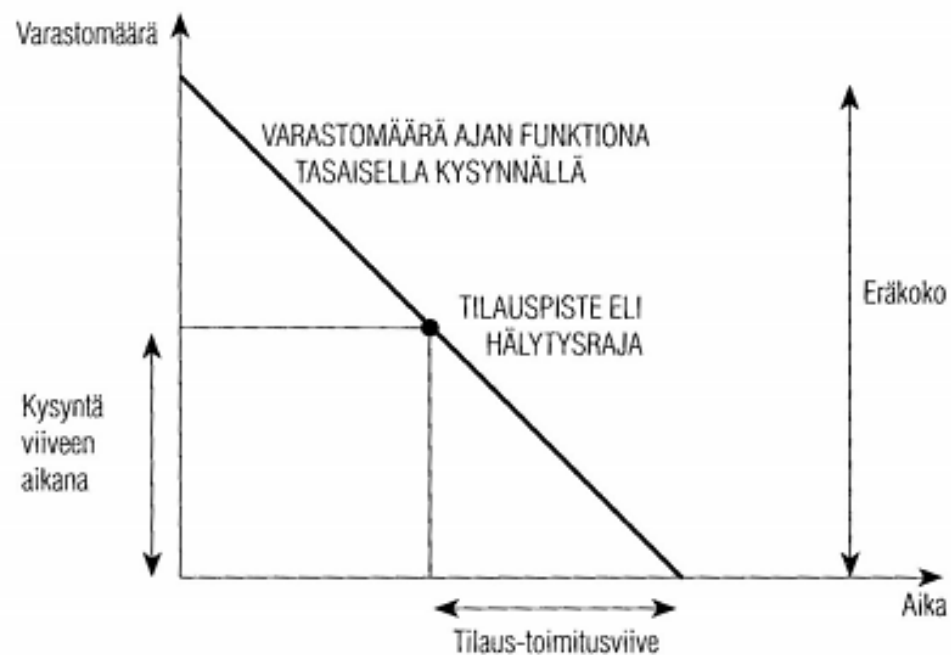
Jossa D = keskimääräinen menekki tietyllä ajanjaksolla

L = Toimitusajan pituus viikkoina

B = varmuusvaraston koko

Määritys tehdään niin, että puutteita ei pääse muodostumaan ollenkaan tai, että niiden esiintymistodennäköisyys tai kustannus ovat riittävän matalia. Puute voi siis käytännössä olla täysin pois suljettu tai sille on muodostettu joku raja. Esimerkiksi haluttu palvelutaso, toimitettavuus tai minimikustannustavoite. (Karrus 2003, s.43)

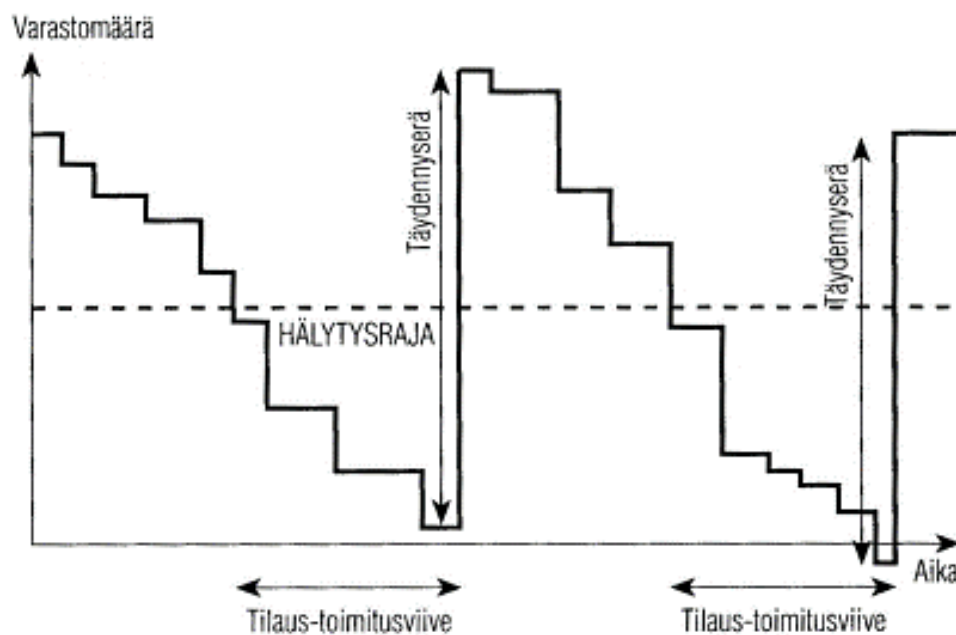
Tasaisen kysynnän tapauksessa on huomioitava käytännössä tapahtuva viive tilauksen ja toimituksen välillä. Viiveen huomioimiseksi on eräkohtainen tilaus tehtävä tilaus-toimitusviiveen verran aiemmin, että varastotaso ei pääse laskemaan liian alhaiseksi (kuva 13). Tällä tavalla toimittaessa pystytään kattamaan tuotteiden kysyntä tilaus-toimitusviiveen aikana. (Karrus 2003, s.44)



Kuva 13. Tilauspistemenetelmä tasaisella kysynnällä. (Karrus 2003, s.44)

Kysynnän ollessa satunnaista varastomäärä käyttäytyy polveilevasti. Menekin ollessa satunnaista myös täydennysväli sekä joskus täydennysmäärä muuttuvat vaihteleviksi.

Tässä tapauksessa haasteena on kustannus- ja palvelutasoon nähden riittävän tilauspisteen sekä eräkoon määrittäminen (kuva 14). Eräkoon ollessa liian suuri, on myös tuotteen keskimääräinen varastosaldo hyvin korkea aiheuttaen turhaa pääoman sitoutumista. Jos taas erä koko on liian pieni, täytyy tavaraa tilata turhan usein. Tästä aiheutuu suuria täydennyskustannuksia tai alkaa esiintyä liian paljon puutetilanteita. (Karrus 2003, s.44)



Kuva 14. Tilauspistemenetelmä vaihtelevalla kysynnällä. (Karrus 2003, s.45)

Tilauspisteeseen vaikuttavat kysyntä ja nimikkeiden varastosaldojen tarkastelutiheys. Varastotason tarkastelua tilauspisteen kannalta tutkittaessa voidaan tarkastus toteuttaa joko jatkuvana tai määrävlein jaksotettuna eli perioditarkastuksena. Jatkuvassa tarkastelumenetelmässä varastotasoa seurataan aina sen muuttuessa, eli toisin sanoen aina kun tavaraa otetaan varastosta. Jos tarkastelua tehtäessä huomataan, että tilauspiste on saavutettu tai ohitettu, suoritetaan välittömästi täydennystilaus. (Karrus 2003, s.45)

2.8.4 Kiinteän tilausvälin menetelmä

Kiinteän tilausvälin menetelmä on vanhin ja yksinkertaisin menetelmä, joka on käytössä. Tämä menetelmä on toiminnaltaan aikaperusteinen operaatio. Menetelmässä tutkitaan ennalta määritellyn aikataulun mukaisesti jokaisen tuotteen varastotaso. Kun huomataan, että tietyn tuotteen varastossa oleva määrä ei riitä ylläpitämään tuotantotoimintaa seuraavaan suunniteltuun tarkastusajankohtaan asti, suoritetaan täydennystilaus. (Burt

et al. 1996, s.492). Täydennystilauksen tarve eli tilauspiste voidaan laskea Sakin (2003, s.103) mukaan kaavan (10) avulla.

$$T = D \left(L + \frac{P}{2} \right) + B \quad (10)$$

Jossa D = keskimääräinen menekki tietyllä ajanjaksolla

 L = toimitusajan pituus viikoissa

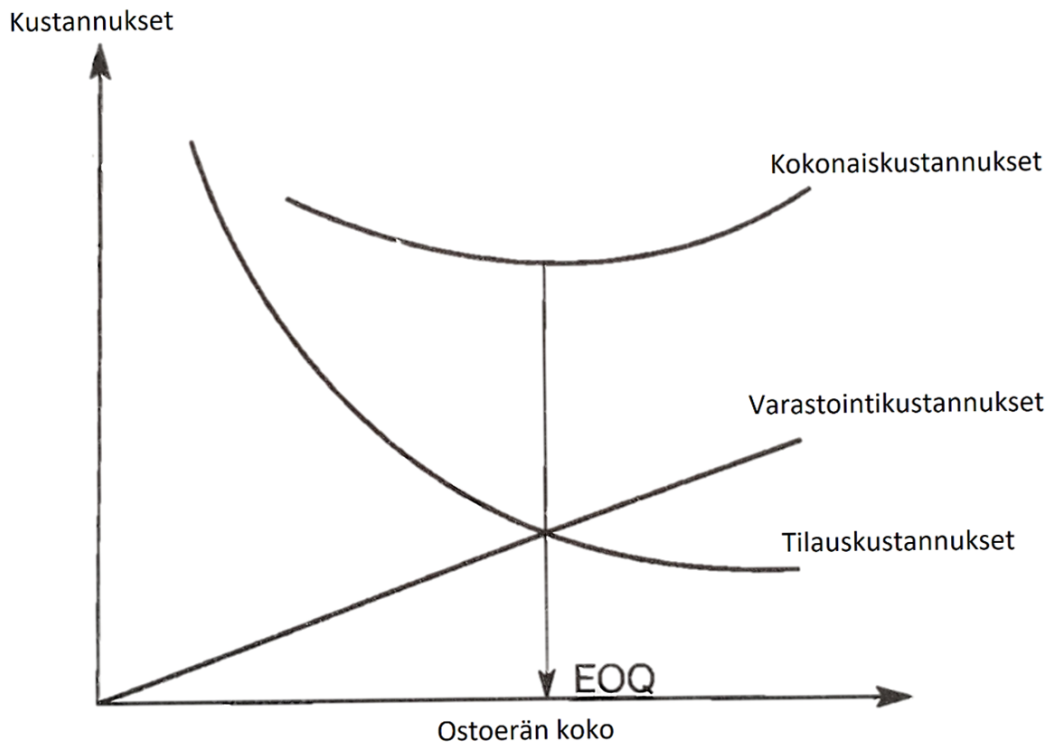
 P = tarkasteluvälin pituus

 B = varmuusvarasto tavarayksiköissä

Tarkastusten tiheys vaihtelee yrityksen oman tarpeen ja harkinnan mukaan. Tuotteet voidaan tarkistaa esimerkiksi luokittain seuraavasti: A-luokan tuotteet viikoittain, B-luokka kuukausittain ja C-luokka neljännes- tai puolivuositain. Varastotasojä voidaan tarkastella fyysisellä tarkastuksella, tuotetietojärjestelmän visuaalisella tarkastuksella tai automaattisella tietokonevalvonnalla. (Burt et al. 1996, s.492)

2.8.5 Optimaalisen tilauserän menetelmä (EOQ)

Varastointiin ja ostamiseen kuuluvat kulut voidaan jaotella *varastointikustannuksiin* ja *tilauskustannuksiin*. Varastoinninkustannukset muodostuvat varastotilan ja -laitteiden kustannuksista, palkkakustannuksista, vakuutuksista, hävikistä ja tuotteisiin sitoutuneesta pääomasta. Tilauskustannukset sisältävät tilauksen tekoon liittyvät kulut. Esimerkiksi tilauksen käsittely ajat, tuotteiden vastaanotto, hyllytys ja niin edelleen. Mitä isompia eriä ostetaan kerralla, sitä matalammat ovat tilauskustannukset, mutta tällöin varastointikustannukset kasvavat. Jos pyritäänkin minimoimaan varastojen määrä, saadaan pienennettyä varastointikustannuksia, mutta se johtaa tilauskustannusten kasvuun. Optimaalinen tilauserä löytyykin näiden kustannusten leikkauskohdasta (kuva 15). (Salmivuori 2010, s.52)



Kuva 15. Optimaalinen tilauserä on kustannusten leikkauskohdassa. (Muokattu lähteestä Christopher 2005, s.128)

Salmivuoren (2010, s.52) mukaan tieteellisissä julkaisuissa, joissa käsitellään vaihtomaisuuden hallintaa, on varaston ohjauksen lähtökohtana varastojen kokonaiskustannusten minimointi. Tällä tyylillä on tähdätty löytämään jokaiselle yksittäiselle tuotteelle optimaaliset ostoerät. Menetelmää kutsutaan yleisesti *Optimaalisen tilauserän menetelmäksi* (Economic Order Quantity eli EOQ). Hugosin (2006, s.21) kertoo, että optimaalisen eräkoon laskentaan on kehitetty kaava, jota kutsutaan Wilsonin kaavaksi:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot O}{h \cdot C}} \quad (11)$$

Jossa

- U = arvio vuosimenekistä
- O = yhden toimituserän kustannus
- C = tuotteen yksikköhinta
- h = varastoimisen kustannus vuodessa prosentteina

Salmivuori (2010, s.52) kertoo, että optimaalisen tilauserän menetelmää käytettäessä on otettava huomioon seuraavat asiat:

- tuotteen menekki on tiedossa ja se on melko tasainen
- tuotteen hinta ei muutu huomattavasti ajan kuluessa
- tuotteen varastointi- ja tilauskustannukset pysyvät vakiona
- tuotteen toimitusaika ei vaihtelee.

EOQ-menetelmän käytössä täytyy huomioida, että jokaiselle nimikkeelle täytyy määritellä erikseen varmuusvaraston koko ja tilauspiste. EOQ-menetelmä ei ota kantaa optimaaliseen varmuusvaraston kokoon. Menetelmän heikkous on se, että tuotteiden varastointi- ja tilauskustannusten laskeminen ja jyvitys tuotekohtaisesti on todella vaikeaa yrityksissä, joissa on paljon varastoitavia tuotteita. Varastointikustannukset voivat vaihdella paljonkin tuotekohtaisesti. Varastointikustannuksia kohdistettaessa tuotekohtaisesti tulisi huomioida ainakin seuraavat asiat: paljonko tuote vie varastotilaa, onko varastoimiselle erikoisvaatimuksia ja miten usein tuote inventoidaan. Myös tilauskustannusten määrä riippuu tuotteesta ja sen tilausprosessista. Tilauskustannusten laskennassa ja jyvityksessä tulisi huomioida seuraavia kysymyksiä: millainen on tilausprosessi, onko tuote helposti hyllytettävä ja vaatiiko tuote erityiskäsittelyä. Jos edellä mainittuja asioita ei onnistuta ottamaan huomioon riittävän hyvin ja luotettavasti, menetelmällä laskettuun tilauserän kokoon ei voida luottaa. Toinen menetelmän heikkous on se, että usealla alalla tuotteiden menekki vaihtelee merkittävän paljon. (Salmivuori 2010, s.53)

2.8.6 Erä erälle- ja Kaksilaatikkomenetelmä

Erä erälle menetelmässä tilataan juuri se mitä tarvitaan, ei enempää, eikä vähempää. Tilausmäärä muuttuu aina kun tarve muuttuu. Tämän menetelmän käyttö vaatii materiaalitarkkailusta tai tuotantoaikataulusta saatavia aikataulutietoja. Tätä menetelmää käyttämällä ei synny tarpeettomia eräkokoisia varastoja, koska tässä menetelmässä tuotteet tilataan vain tarpeeseen. Tämän vuoksi menetelmä onkin loistava A-ryhmän tuotteille. (Arnold et al. 2008, s.282)

Kaksilaatikkomenetelmä sopii erinomaisesti halpojen C-ryhmään kuuluvien tuotteiden ohjaukseen. Menetelmä pohjautuu visuaaliseen ohjaukseen, koska heräte ostotarpeesta ei yleisesti tule mistään tietojärjestelmästä, vaan visuaalisen havainnon pohjalta. Käytännössä tämä menetelmä toimii niin, että tuotteita pidetään kahdessa laatikossa. Kun

joku huomaa ensimmäisen laatikon tyhjentyneen, hän tekee täydennystilauksen, sekä siirtää täyden laatikon käyttöön. Tilattu täydennyslaatikko saapuu ennen kuin toisen laatikon tuotteet ovat loppuneet. Kaksilaatikkomenetelmää voidaan tarvittaessa soveltaa käyttämällä myös useampaa kuin kahta laatikkoa. Menetelmän kanssa voidaan myös käyttää tilausautomaatiikkaakin. Eli ensimmäisen laatikon tyhjentyessä lähtee siitä tieto automaattisesti toimittajalle. (Salmivuori 2010, s.54)

Kaksilaatikkomenetelmän etuina voidaan pitää sen toteutuksen helppoutta sekä hyvin vähäistä byrokratiaa. Kaksilaatikkomenetelmässä ei tarvitse erikseen kirjata kaikkia varasto-ottoja järjestelmään. Tästä taas voi muodostua ongelmia sen vuoksi, että tietojärjestelmästä on hankala seurata tuotteiden todellista varastomäärää. Tämän takia menetelmää ei suositellakaan kriittisille ja arvokkaille tuotteille. (Salmivuori 2010, s.54)

2.9 Ennusteet

Tuotannon kokonaissuunnittelun keskeisimpiä lähtökohtia ovat tuotteiden kysyntäennusteet sekä todellinen tilauskanta. Tilauskannalla tarkoitetaan jo vahvistettuja asiakas-tilauksia. Myyntiennusteita taas tehdään toteutuneen tilauskannan, kausivaihtelun, muiden tietojen sekä muun saatavilla olevan ennustetiedon pohjalta. Tuotannonsuunnittelussa tarvitaan näitä molempia tietolähteitä, sillä pelkästään tilauskantaan perustuva tuotannonsuunnittelu on melko joustamatonta sekä myöhäistä. Kysyntä muuttuu useasti nopeammin, kuin yrityksen tuotantoprosessin reagointikyky kyseisiin muutoksiin ja tämän vuoksi tarvitaan ennusteita. Myyntiennusteet mahdollistavatkin ennakkoinnin tulevaisuuden kysyntään ja näin ollen sopeuttamaan kapasiteettia, varastoja sekä prosesseja. (Martinsuo et al. 2016, s.155)

Myyntiennusteella tarkoitetaan arviota tulevaisuudessa tapahtuvasta myynnistä tietyllä aikavälillä. Ennuste pohjautuu useimmiten aiemmin tapahtuneeseen myyntiin, markkinoiden nykytilan analysointiin ja tulevaisuuden tapahtumien ennakkointiin. Myyntiennusteen avulla yritykset voivat hallita paremmin vaihto-omaisuutta, sillä varastotasojen optimointi helpottuu. (Salmivuori 2010, s.63)

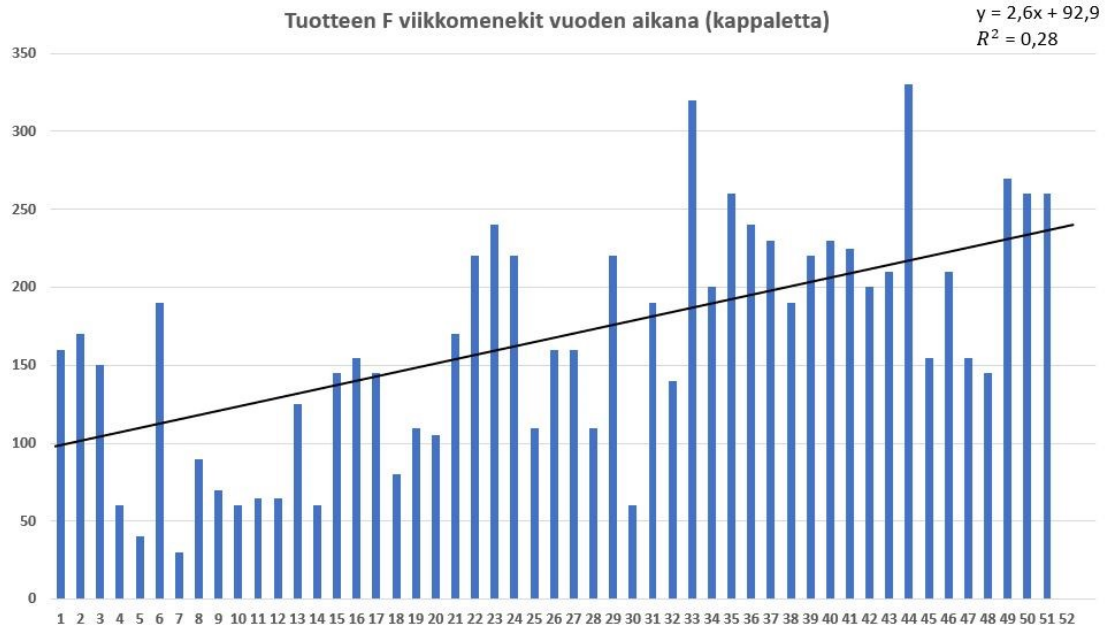
Markkinoiden kansainvälistyminen sekä nopeat muutokset ovat aiheuttaneet sen, että kysynnän ennustaminen on entistä haasteellisempaa. Ennustukset voivat perustua puutteellisiin olettamuksiin markkinoiden käyttäytymisestä, minkä vuoksi ennusteissa voi esiintyä virheitä, jotka aiheuttavat yrityksille monenlaisia ongelmia. Virheellisten ennusteiden vuoksi syntyy virheellisiä kapasiteetti- ja varastotasoarvioita, jotka taas aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia sekä toimitusongelmia. Myyntiennusteiden analyysi- sekä päättelymenetelmiä voidaan soveltaa parhaiten suurivolyymisten tuotteiden kysynnän

ennakointiin. Ennusteiden tarkkuutta voidaan parantaa pilkkomalla ennustettava kokonaisuus pienempiin osiin kuten tuoteryhmiin, asiakasryhmiin tai myyntialueisiin. Ennustamisen vaikeuden takia useat yritykset ovatkin yrittäneet vähentää riippuvuuttaan ennusteista kehittämällä tuotantonsa joustavuutta ja reagointikykyä. (Martinsuo et al. 2016, s.156)

Kuluneen vuoden datan ekstrapoloinnissa tulevan menekin ennustaminen perustuu aikaisemmin toteutuneisiin menekkeihin. Ennusteissa käytettävät tekniikat perustuvat aikasarjojen tilastollisiin analysointimenetelmiin. Tämänkaltaisia menetelmiä on helppo soveltaa tietokoneella automatisoitujen varastohallintajärjestelmien yhteydessä. Nykyään yleinen vaatimus käytännön varastohallinnan yhteydessä onkin ennusteiden säännöllinen päivittäminen tuhansille nimikkeille. Vanhan datan ekstrapolointi on yleisin ja tärkein menetelmä lyhyen aikavälin ennusteiden tekemisessä. (Axsäter, 2006 s.7-8)

2.9.1 Aikasarja-analyysi

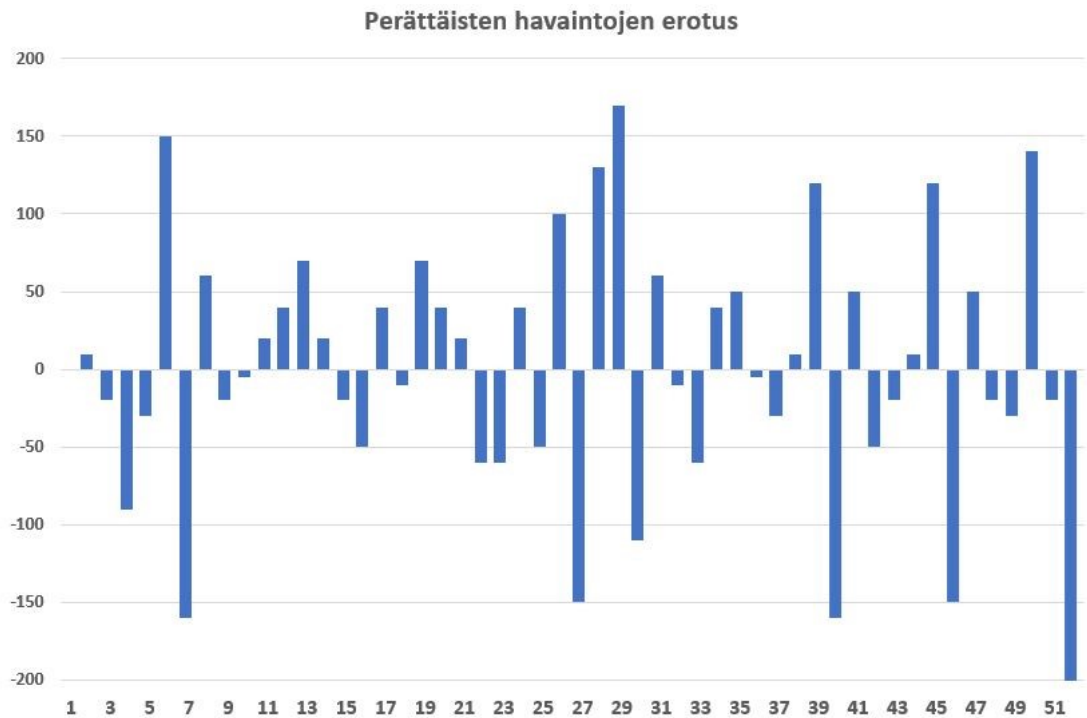
Menekin aikasarja-analyysi on menetelmä, jossa menekkitiedoista kerätään määrävälein, esimerkiksi viikoittain. Analyysi alkaa joka kerta graafisella tutkimuksella. Graafista tarkastelua tarvitaan, että tutkittavasta ilmiöstä saadaan helpommin kattava kokonaiskuva. Kuvan avulla nähdään heti, onko kyseinen sarja satunnainen, onko sarjassa nouseva tai laskeva trendi vai onko trendi suoraviivainen vai käyrä. Siitä nähdään myös helposti, mikäli aineistossa on selkeää kausittaista vaihtelua. Kuvassa (16) nähdään esimerkki yhden tuotteen viikkomenekin graafisesta tarkastelusta. (Sakki 2009, s.135)



Kuva 16. Menekin aikasarja-analyysin graafinen esitys. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.136)

Kuvassa pylväät kuvastavat kuluneen vuoden viikkokohtaista todellista menekkiä. Viiva esittää kyseisen sarjan nousevaa trendiä. Kuvan yläkulmassa oleva y :n yhtälö on trendiviivan yhtälö. Seuraavan viikon menekki voidaan ennustaa kyseisen yhtälön avulla. Kuvassa näkyvä R^2 on selityskerroin, joka kertoo todennäköisyyden ennusteen toteutumiselle. Esimerkiksi, jos y :n yhtälöön sijoitettaisiin x :n tilalle kyseisen sarjan seuraava järjestysnumero 53, tulisi yhtälön avulla ennusteeksi 231 kpl. Tämän ennusteen todennäköisyys olisi selvityskertoimen mukaan 28 %. (Sakki 2009, s.136)

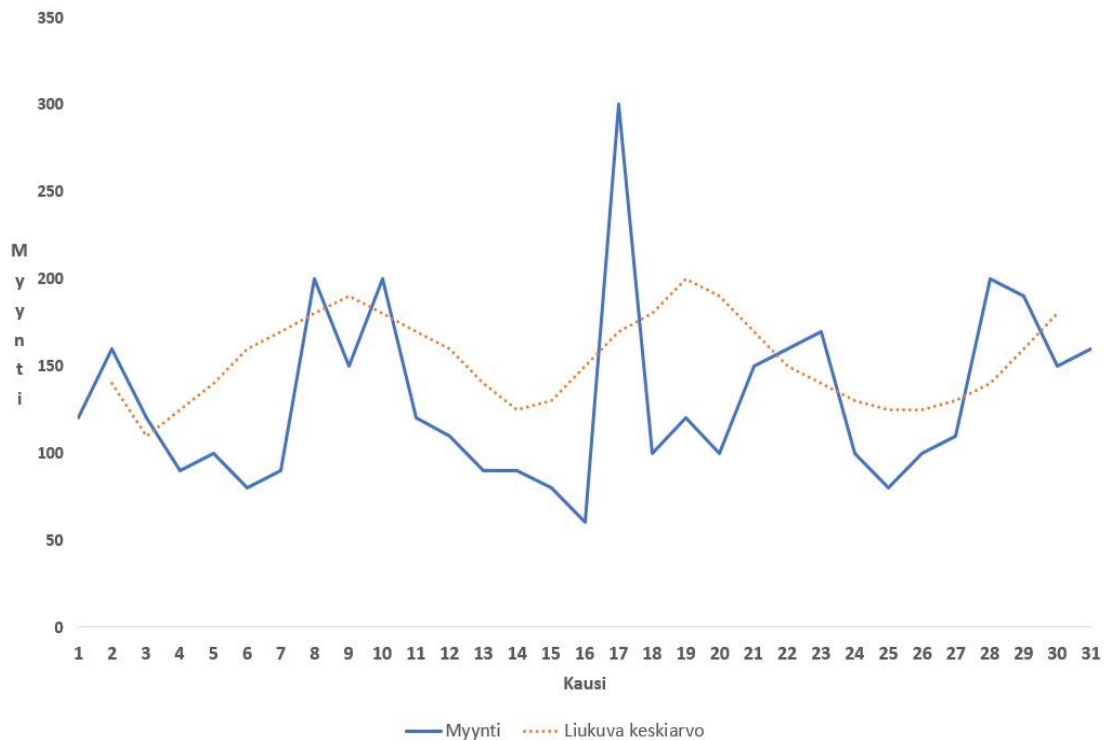
Ennustettaessa tulevaa menekkiä, tätä aikasarjaa voi ja kannattaa jalostaa. Yleisin aikasarjan jalostustapa on muuttaa sarja erotuksiksi. Tämä erotusmenetelmä tarkoittaa, että alkuperäisten havaintojen sijasta ennustamisessa käytetäänkin kahden peräkkäisen havainnon erotusta. Kuvasta (17) huomataan, että näin graafisesta esityksestä katoaa trendi, ja toimenpide havainnollistaa paremmin menekin vaihtelua.



Kuva 17. Kahden peräkkäisen viikon menekin erotus. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.136)

2.9.2 Liukuvat keskiarvot

Menekin vaihdellessa täysin sattumanvaraisesti keskiarvon molemmiin puolin, voidaan aineiston keskiarvon avulla laskea tulevan menekin paras ennuste. Pelkän keskiarvon avulla laskemiselle on myös hieman kehittyneempi tapa, *liukuva keskiarvo*. Sen avulla tarkkaillaan, miten aineistossa olevat luvut käyttäytyvät. Liukuva keskiarvo lasketaan ennalta määritellystä määrästä aikasarjan perättäisiä lukuja. Voidaan esimerkiksi laskea kuluneen kauden viiden viimeisen luvun keskiarvo. Tämä keskiarvo voidaan pitää tulevan kauden ennusteena. Kun seuraava kausi on kulunut ja kyseisen kauden todellinen menekki on satu selville, poistetaan viiden luvun joukkiosta ensimmäinen ja otetaan sen tilalle viimeisen kauden todellinen menekki. Näiden lukujen avulla lasketaan taas uusi keskiarvo, joka toimii uutena ennusteena. Liukuvan keskiarvon tarkoitus onkin alkuperäisen sarjan heilahteluiden vaimentaminen. Kuvassa (18) nähdään liukuvan keskiarvon käyttäytyminen, ja sen ero alkuperäiseen sarjaan. (Sakki 2003, s.106)



Kuva 18. Liukuva keskiarvo. (Muokattu lähteestä Sakki 2003, s.106)

2.9.3 Eksponentiaalinen tasoitus

Kolmas yksinkertainen ennusteiden laatimismenetelmä on eksponenttitasoituksen menetelmä. Tätä menetelmää voidaan kuvata parhaiten esimerkin avulla. Esimerkissä ostaja yrittää ennustaa tulevaa kysyntää ja sen edellyttämää ostotarvetta: Ostaja tarkastelee kaikkia aikaisemmin kulutukseen vaikuttaneita asioita ja päätyy tämän jälkeen ennustamaan tuotteen tammikuun kysynnäksi 80 kappaletta. Tammikuun todellisen kysynnän ollessa kuitenkin 95 kappaletta, ostaja ajattelee ennustaneensa kysynnän liian pieneksi. Mutta tammikuun myynti on voinut myös olla sattumalta poikkeuksellisen korkea. Ennustetta korkeampi kysyntä voi olla myös merkki nousevasta trendistä. Jos helmikuun ennustetta tehdessä käytetään vain tammikuun myyntitietoja, hylätään kaikki tutkimustyö, jota tehtiin tammikuun ennustetta varten. Tämäkään vaihtoehto ei tunnu järkevälle.

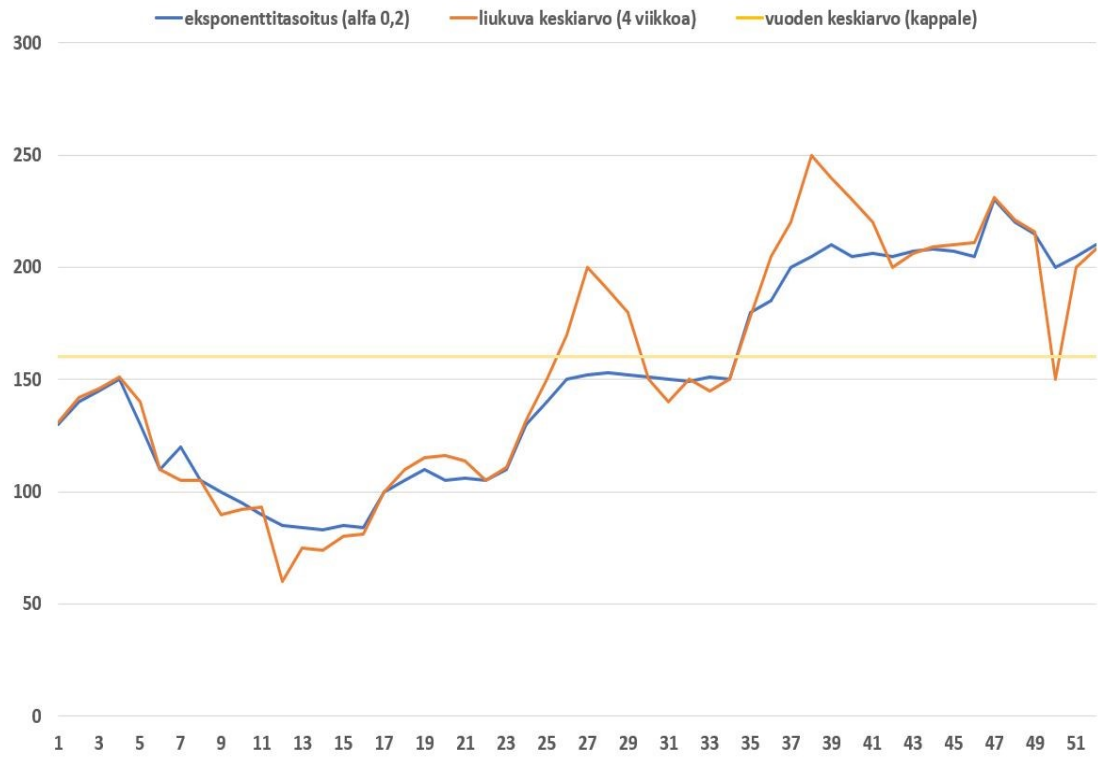
Ostaja voi alkaa toimia esimerkiksi niin, että tammikuun ennusteen ja toteutuneen myynnin erotuksesta, eli ennustevirheestä otetaan osa huomioon tehdessä helmikuun ennustetta. Tehtävä valinta riippuu, siitä kuinka paljon ennustevirheestä uskotaan perustuvan nousevaan trendiin ja kuinka suuri osa tammikuun korkeammasta myynnistä on vain sattumaa. (Sakki 2009, s.137)

Edellä mainittu esimerkki ennusteiden laatimisesta kuvastaa hyvin eksponenttitasoituksen menetelmää. Uudessa ennustuksessa oli x % menneen kauden todellisesta menekistä ja y % vanhaa ennustusta. Näin saadaan aiempien kausienkin menekit ja ennusteet mukaan uuteen ennusteeseen, vaikka toki pienemmällä painoarvolla. Ennuste voidaan laskea kaavalla (12). (Sakki 2009, s.137)

$$\text{uusi ennuste} = \text{edellinen ennuste} + \alpha (\text{edellisen kauden kulutus} - \text{samalle kaudelle edellisellä kerralla tehty ennuste}) \quad (12)$$

Kaavassa menneiden kausien vaikutus pienenee eksponentiaalisesti, minkä vuoksi menetelmää kutsutaankin eksponenttitasoituksen menetelmäksi. Sulkujen sisällä olevassa lausekkeessa on ennustevirhe, josta uuden ennusteen laskemiseen otetaan mukaan α -kertoimen verran. Tämän kertoimen ollessa 0,2 esimerkin mukainen helmikuun ennuste saadaan seuraavasti: helmikuun ennuste = $80 + 0,2 \cdot 15 = 83$. (Sakki 2009, s.138)

Eksponenttitasoituksen menetelmä on hyvin hyödyllinen, sillä alfa-kertoimen lisäksi uuden ennusteen laskemiseen ei tarvita kuin edellisen kauden ennuste ja aiempi ennuste. Alfa-kertoimen koko valitaan tuotteen mukaan, jolle ennustetta tehdään. Jos kertoimelle annetaan arvo, joka on hyvin lähellä yhtä, saa viimeisin menekki suuren painoarvon ennusteessa. Jos taas kerroin lähestyy nollaa, on vanhempien menekkitietojen painoarvo korkea. Matala kerroin (0,1–0,15) sopii parhaiten vakaaseen tilanteeseen. Korkea kerroin (0,3–0,5) sopii kausiherkkien tuotteiden ennustamiseen. Kuvassa (19) nähdään eksponenttitasoituksen ennusteen tarkkuus suhteessa liukuvaan keskiarvoon ja todelliseen menekkiin. Kuvasta voidaan nähdä, että ennusteet ovat hyvin lähellä toisiaan. Alkuvuodesta ennusteet jäävät vähän alakanttiin ja loppuvuodesta ne taas menevät hieman yläkanttiin. (Sakki 2009, s.138)



Kuva 19. Eksponenttitasointuksella laskettu ennuste. (Muokattu lähteestä Sakki 2009, s.138)

3. NYKYTILA-ANALYYSI

Luvussa 2.5 todetaan, että toiminnan kehittäminen alkaa nykytilan analysoinnilla. Myös tämä työ alkoi nykytila-analyysillä. Nykytila-analyysin alkuun saattamisessa hyödynnettiin SWOT-analyysia, jonka avulla tuotiin esiin nykyisten ohjaus- ja tilaustapojen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia sekä uhkia.

Yrityksen osastolla, johon työ tehtiin, ei ole ikinä ollut kunnollisia varastoinnin ohjausmenetelmiä. Toiminnanohjausjärjestelmässä olevia nimikkeitä ei ole ryhmitelty millään tavalla. Nimikkeille ei myöskään ole määritelty varmuusvarastoja, hälytysrajoja, tilauseriä tai mitään muitakaan vastaavia varastointiin ja sen ohjaukseen liittyviä parametreja. Varastonohjaus perustuu nykyisellään siihen, että tuotteita tilataan lisää, kun huomataan niiden olevan loppumassa tai jo loppuneen. Tämä on aiheuttanut sen, että tuotannossa on esiintynyt paljon puutetilanteita. Puutetilanteet taas ovat aiheuttaneet sen, että tuotannossa esiintyy tarpeetonta odottelua, joka aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Tuotteiden tilauksessa on ollut myös ongelmana se, että ei ole ollut tiedossa faktoja siitä, kuinka paljon mitäkin tuotetta kannattaa tilata. Tämän vuoksi tilaukset ovat olleet useasti mentaliteetilla ”tilataan niin paljon, että piisaa”. Tällainen toiminta on aiheuttanut sen, että varastosaldot ja sitä kautta varastonarvo ovat päässeet paisumaan tarpeettoman suuriksi. Yrityksen nykytilaa pohtiessa huomattujen asioiden perusteella muodostettiin SWOT-analyysi, josta tehtiin taulukko (3).

Taulukko 3. SWOT-analyysi.

Vahvuudet (Strengths)	Heikkoudet (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> - Tilava varasto - Hyvä toimittajaverkosto - Työntekijöiden oma-aloitteisuus - Työntekijöiden ammattitaito 	<ul style="list-style-type: none"> - Varaston alhainen kiertonopeus - Ryhmittelyn puuttuminen - Ohjausmenetelmien puuttuminen

Mahdollisuudet (Opportunities)	Uhat (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> - Ajantasaiset varastonohjaus-säännöt - Optimaaliset tilauserät - Varastoon sitoutuneen pääoman määrän pienentyminen - Puutetilanteiden väheneminen - Odottelun väheneminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Palveluasteen heikentyminen - Tilauskustannusten kasvaminen

Tämän luvun alussa käsiteltiin yrityksen varastonohjauksen nykytilaa. Tulevissa alaluvuissa kerrotaan miten ja mistä työssä käytetty tieto saatiin hankittua. Tämän jälkeen paneudutaan nimikkeiden luokitteluun sekä luokittelun pohjalta tapahtuvaan nimikekohtaiseen analysointiin. Analysoinnissa kuvataan varastoitavien nimikkeiden kuluneen vuoden määrän ja menekin suhdetta. Nykytila-analyysin avulla pyrittiin tuomaan esiin nykyisten toimintatapojen toimivuutta sekä ongelmakohtia. Luvun lopussa lasketaan varaston toimivuutta kuvaavia tunnuslukuja, kuten varaston kiertonopeus ja riitto. Lopuksi analyysistä kerätyt tiedot koostettiin yhdeksi havainnollistavaksi taulukoksi.

3.1 Tiedon hankinta

Työssä tarvittavia tietoja kerättiin työn alkuvaiheilla, vuoden 2020 kevään ja kesän aikana. Tarvittava nimikedata, sekä muu varastointiin ja sen ohjaukseen liittyvä tieto kerättiin pääsääntöisesti yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä ja Excel-tilukoista. Järjestelmästä kerättiin dataa kuluneen vuoden ajanjaksolta. Tämä vaihe oli hyvin työläs, sillä toiminnanohjausjärjestelmästä saatu tieto piti kerätä useasta eri välivalikosta nimikekohtaisesti. Kuvassa (20) esimerkki yhden nimikkeen varastotapahtumien selausikkunasta. Kuvasta nähdään kyseisen nimikkeen osto- tai myyntitapahtumat ja varastotaso. Kerätty tieto ja raakadata syötettiin käsin yhteen Excel-tiedostoon, jonka avulla tiedot saatiin helpommin käsiteltävään ja luettavaan muotoon. Näiden järjestelmästä löytyneiden tietojen lisäksi työssä hyödynnettiin osaston työntekijöiden sekä toisen osaston päällikön ja varaosapäällikön tietoja ja neuvoja. Henkilöiden kanssa käyty keskustelut ja kerätyt tiedot eivät olleet virallisia haastatteluita, vaan lähinnä tutkimukselle suuntaa antavaa lisätietoa.

SKa-CD/400

DVR07S

VARASTOTAPAHTUMIEN SELAILU

20-10-01

Nimike F4 BG56

K Varasto F4 01 180

Tositenumero

KONEPAJAN VARASTO

Pvm 20.10.01

5=Näyttö

Val	Pvm	Klo	Laji	Määrä	Ent.saldo	Tosite	Asiakas
	Varasto	Toimittaja			Asiakasnro	Tilaus	Myyjä
■	20.09.29	12:41	VKM -	23,00	1361,70	2840836	
]	20.09.03	09:39	OST +	648,00	713,70	120820	
]	20.08.31	15:54	VKM -	6,00	719,70	2834190	
]	20.08.31	14:23	VKM -	627,00	1346,70	2834118	
]	20.08.31	12:05	VKM -	101,00	1447,70	2834069	
]	20.08.05	15:14	VKM -	3,00	1450,70	2828895	
]	20.06.12	14:54	VKM -	3,00	1453,70	2819326	
]	20.04.28	14:39	VKM -	340,00	1793,70	2810927	
]	20.04.27	15:15	OST +	648,00	1145,70	613483	
]	20.04.27	08:24	VKM -	11,00	1156,70	2810505	
]	20.04.17	12:27	VKM -	1,20	1157,90	2809059	
]	20.04.06	10:21	VKM -	52,00	1209,90	2807132	

F3=Ulos F4=Luettelo F5=Verestys F6=Taitto F7=Ed.nimike F8=Seur.nimike F24=Muu

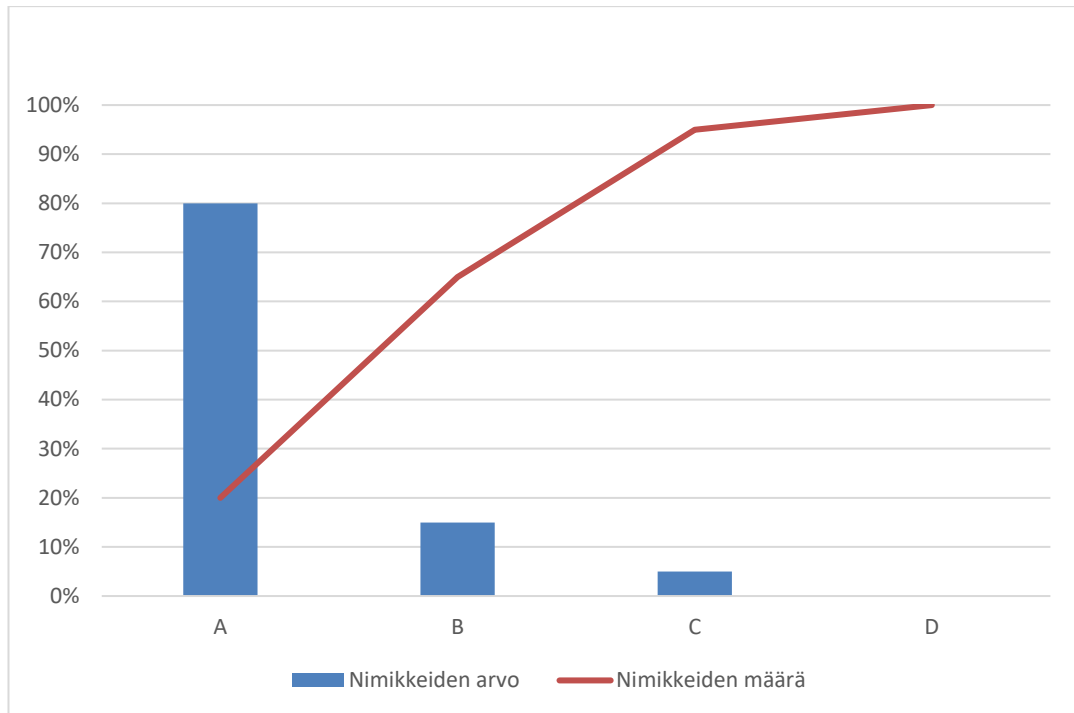
Kuva 20. Nimikekohtainen varastotapahtumien selailu.

3.2 Nimikkeiden luokittelu ja analysointi

Varastoitavia nimikkeitä tutkittiin euro- ja kappalemääräisen myynnin, sekä vuoden aikana tapahtuneiden tapahtumamäärien perusteella. Näistä tapahtumista muodostettiin ABC- ja XYZ-analyysit. Analyyseissa pyrittiin noudattamaan kappaleessa 3.1 käsiteltyä teoriaa Pareton 80/20 periaatteesta. ABC-analyysissa nimikkeet jaettiin euro- ja kappalemääräisen myynnin perusteella seuraavasti:

- A-ryhmään menivät nimikkeet, jotka olivat 80 % kokonaismyynnistä
- B-ryhmään kuuluivat nimikkeet, jotka olivat 15 % kokonaismyynnistä
- C-ryhmään luokiteltiin nimikkeet, joiden osuus kokonaismyynnistä oli 5 %
- D-ryhmään menivät nimikkeet, joilla ei ollut mitään tapahtumia koko vuonna.

Kuvassa (21) voidaan nähdä miten nimikkeet ryhmittyvät arvon ja määrän suhteen 80/20 periaatteen mukaisesti. A-nimikkeiden arvo on 80 % kokonaisarvosta ja niiden lukumäärän ollessa vain 20 % kokonaismäärästä. B-nimikkeiden arvo on noin 15 % kokonaisarvosta ja määrä noin 45 % kokonaismäärästä, ja niin edelleen.



Kuva 21. Nimikkeiden jakautuminen ABC-ryhmien mukaisesti.

XYZ-analyysissä nimikkeet ryhmiteltiin vuoden tapahtumamäärien perusteella. Nämä kategoriat jaoteltiin seuraavanlaisesti:

- X-ryhmään tuli nimikkeet, joilla oli 80 % tapahtumista
- Y-ryhmän nimikkeillä oli 15 % tapahtumista
- Z-ryhmään kuuluivat nimikkeet, joilla tapahtumista oli 5 %
- Å-ryhmän nimikkeillä ei ollut mitään tapahtumia koko vuonna.

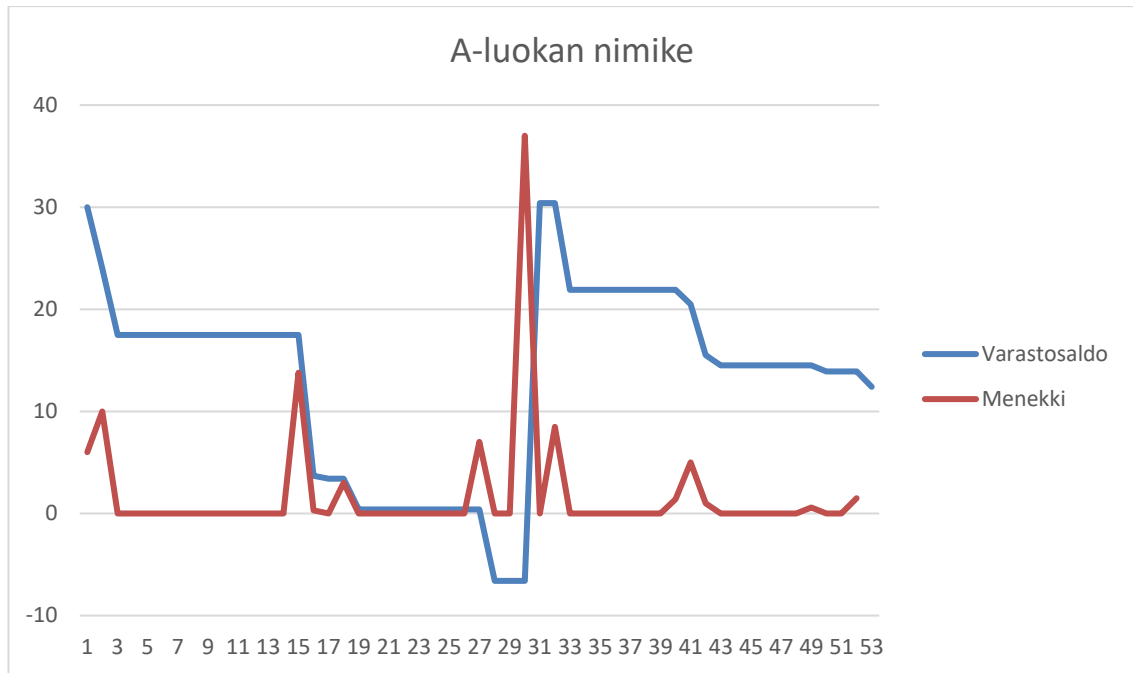
Taulukossa (4) on esitetty nimikkeiden määrien jakautuminen eri ryhmiin. Taulukkoa tutkittaessa merkittävimpänä löydöksenä voidaan pitää D- ja Å-ryhmiin kuuluvien nimikkeiden hyvin suurta määrää. Taulukosta nähdään, että D- ja Å-ryhmään kuuluvia nimikkeitä on jopa 616 kappaletta. Eli varastossa on tälläkin hetkellä 616 nimikettä, joilla ei ole mitään myyntiä tai tapahtumia viimeisen vuoden aikana.

Taulukko 4. Nimikkeiden määrät ABC- ja XYZ-analyysin mukaisesti järjesteltynä.

Ryhmä	X (80 %)	Y (15 %)	Z (5 %)	Å (0 %)	Yhteensä
A (80 %)	22	6	0	0	28
B (15 %)	32	25	0	0	57
C (5 %)	40	83	53	0	176
D (0 %)	0	0	0	616	616
Yhteensä	94	114	53	616	877

Kun nimikkeet oli saatu järjestettyä ABC- ja XYZ-analyysin perusteella omiin ryhmiinsä, valittiin joka ryhmästä satunnaisesti yksi nimike. Näiden valittujen nimikkeiden varastotason ja menekin suhdetta tarkasteltiin tarkemmin. Kuvissa (22, 23 ja 24) on nähtävillä miten nykyisellä varastonohjauksella nimikkeen varastotaso ja menekki käyttäytyvät suhteessa toisiinsa.

Kuvassa (22) on esitetty A-luokkaan kuuluvan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde viikkotasolla. Kuvaajasta voidaan huomata hyvin hälyttävä tilanne, kun A-ryhmään kuuluvan nimikkeen varastosaldo pääsee menemään nolliille viikolla 19. Tilanteesta ei tule mitään hälytystä, jolloin päädytään tilanteeseen, joka tapahtuu viikon 26 kohdalla. Tulee uusi tilaus, mutta yhtään tuotetta ei ole varastossa. Varastontäydennys suoritetaan vasta tässä kohtaa, jolloin se on jo liian myöhäistä ja pääsee syntymään puutetilanteita.



Kuva 22. A-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde.

B-ryhmän nimikkeen varastosaldon ja menekin suhdetta esitetään kuvassa (23). Tällä nimikkeellä ei ilmene puutetilanteita. Kuvaajasta huomioitavaksi asiaksi nousee kuluneen vuoden aikana tapahtuneet kaksi varaston täydennystä. Viikolla 2 ja 44 tapahtuu varaston täydennys, joka on molemmilla kerroilla eri suuruinen. Ja varsinkin viikon 44 täydennysmäärä näyttää hieman korkealle nimikkeen kysyntään nähden.



Kuva 23. B-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde.

Kuvassa (24) on esitetty C-luokkaan kuuluvan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde viikkotasolla. Kuvaajasta nähdään, että menekkiä on melko tasaisin väliajoin pitkin vuotta. Nämä kuvaajassa nähtävät menekkimäärät ovat kuitenkin hyvin vähäisiä. Huomiota herättävänä asiana onkin varastosaldon erittäin korkea taso kysyntään nähden. Suurin menekki on ollut viikolla 50, noin 50 kappaletta nimikkeitä. Silti varastossa on useita satoja tuotteita. Huomiota herättää myös viikolla 38 tapahtuva varastontäydennys. Varastosta on mennyt vain joitakin kymmeniä tuotteita ja varastosaldon ollessa yli 600 kappaletta, tehdään lähes 200 kappaleen täydennystilaus.



Kuva 24. C-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde.

Kaikille ABC-ryhmille laskettiin ryhmään kuuluvien nimikkeiden prosentuaalinen määrä kokonaismäärästä, ryhmän kiertonopeus ja riitto. Kiertonopeus laskettiin kappaleessa 2.4 esitetyn kiertonopeuden kaavan (4) mukaan. Nimikkeiden riitto taas laskettiin samassa kappaleessa käsitellyn kaavan (3) mukaisesti.

$$\text{varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen keskiarvo}} \quad (4)$$

$$riitto = \frac{keskivarasto}{vuosimyynti \cdot 365} \quad (3)$$

Eli kaavojen mukaan esimerkiksi A-ryhmän nimikkeiden kohdalla varaston kiertonopeuden ja riiton laskenta tapahtui seuraavanlaisesti:

$$varaston\ kiertonopeus = \frac{15261,5}{5277,75} = \mathbf{2,9}$$

$$riitto = \frac{5277,75}{15261,5 \cdot 365} = \mathbf{126}$$

Laskennan tuloksista voidaan todeta, että A-ryhmän nimikkeet vaihtuvat keskimäärin vaajaat kolme kertaa vuoden aikana. Kyseisen ryhmän nimikkeet siis riittävät keskimäärin 126 päivää. Loppujen ryhmien kiertonopeus ja riitto laskettiin edellä kuvatun esimerkin mukaisella tavalla. Laskennoista koostettiin taulukko (5). Taulukossa on nähtävillä ryhmittäin nimikkeiden määrä, prosentuaalinen osuus kokonaismäärästä ja -myynnistä, kiertonopeus sekä riitto. Kuten luvussa 2.4 kerrotaan, kiertonopeus on toimialakohtainen, eikä sille ole yleisiä ohjearvoja, vaan sitä tulisi verrata kyseisen toimialan keskimääriäisiin aikoihin. Tämän vuoksi kiertonopeutta ja riittoa verrattiinkin yrityksen muiden osastojen arvoihin.

Vertailussa huomattiin, että A-luokan kiertonopeus ja riitto ovat kohtalaisella tasolla, mutta B- ja C-luokkien arvot ovat huonot. D-ryhmän nimikkeet ovat nimikkeitä, joilla ei ole yhtään tapahtumaa koko vuoden aikana, joten myös niiden kiertoaika on nolla. D-nimikkeiden riitto voi olla jopa vuosia.

Taulukko 5. ABC-ryhmien määrät, kiertonopeudet ja varaston riitto.

Ryhmä	Määrä (Kpl)	Nimikkeiden määrä kokonaismäärästä (%)	Myynti kokonaismyynnistä (%)	Kiertonopeus	Riitto (päivää)
A	28	3 %	80 %	2,9	126
B	57	6 %	15 %	1,0	365
C	176	20 %	5 %	1,0	365
D	616	70 %	0 %	0	+365

4. KOHDEYRITYKSEN VARASTOINNIN JA VARASTONOHJAUKSEN KEHITYS

Työn tavoitteena oli saada määriteltyä varastoitaville tuotteille uudet optimaaliset varastomäärät, täydennyssäännöt sekä ohjausmenetelmät. Kehitystyössä hyödynnetään sekä teoriaosuudessa esiteltyjä asioita että nykytila-analysissä kerättyjä ja analysoituja tietoja. Määrittelyistä pyritään tekemään mahdollisimman optimaalisia. Optimaalisilla määrityksillä pyritään siihen, että yrityksen varaston arvoa saataisiin madallettua ja samalla vähennettyä tuotannossa esiintyviä tuotepuutteita.

Tässä luvussa kerrotaan millä perusteella ja miten nimikkeille määriteltiin varmuusvarastot, hälytysrajat, varastotasot sekä optimaalinen tilauserä.

4.1 Nimikkeiden varastotasojen määrittely

Kaikille A-, B, ja C-ryhmän nimikkeille laskettiin varmuusvarastot. Laskenta toteutettiin kaavan (2) mukaan:

$$B = ks\sqrt{L} \quad (2)$$

Jossa k = varmuuskerroin
 s = standardipoikkeama
 L = toimitusaika

Laskennassa tarvittu varmuuskerroin (k) määriteltiin ryhmäkohtaisesti taulukon (2) avulla. Yrityksessä käytyjen keskusteluiden ja muiden osastojen tietojen perusteella päädyttiin pyrkimään ABC-ryhmäkohtaisesti seuraavanlaisiin palveluasteisiin ja puutteiden todennäköisyyksiin:

- A-ryhmälle valittiin tavoiteltavaksi palveluasteeksi 95 %, jolloin puutetilanteen todennäköisyydeksi muodostuu 4,9 % ja varmuuskeroimeksi tulee 1,65.
- B-ryhmän nimikkeille tavoitellaan 90 % palveluastetta, jolloin puutetilanteiden todennäköisyys on 9,7 % ja varmuuskerroin 1,3.

- C-ryhmän kohdalla tavoitteena on 84 % palveluaste, jolloin puutetilanteiden todennäköisyys on 15,9 % ja varmuuskerroin 1.
- D-ryhmän nimikkeille ei laskettu varmuusvarastoa.

Laskennassa tarvittu standardipoikkeama laskettiin Excelin valmiin standardipoikkeaman funktion avulla. Funktio perustuu luvussa (2) käsitellyyn standardipoikkeaman kaavaan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Jossa x_i = havainnon arvo

\bar{x} = aineiston aritmeettinen keskiarvo

n = havaintojen määrä

Esimerkkinä satunnaisesti valitun A-ryhmän nimikkeen varmuusvaraston laskenta:

$$B = 1,65 * 25 * \sqrt{1} = 41$$

Laskun tulokseksi saatiin seitsemän, eli kyseistä A-ryhmän nimikettä tulisi olla 41 kappaletta varmuusvarastossa. Tämän varmuusvaraston tulisi kattaa äkillisestä kysynnästä johtuvat menekkihiipit tai toimitusten mahdolliset viivästymiset.

ABC-ryhmille laskettiin myös maksimivarastotasot kaavan (6) mukaan. A-ryhmän nimikkeillä menekin tarkasteluväliksi valittiin viikko, B-ryhmälle joka toinen viikko ja C-ryhmän nimikkeille kerran kuukaudessa.

maksimivarasto = varmuusvarasto +

menekki tarkasteluvälin ja hankinnan aikana

(6)

Esimerkkinä satunnaisesti valitun A-ryhmän nimikkeen maksimivaraston laskenta:

$$\text{maksimivarasto} = 41 + 77 = \mathbf{118}$$

Varaston maksimitasoksi tämän testinimikkeen kohdalla tuli siis 118 kappaletta.

4.2 Nimikkeiden ohjausparametrien määrittely

Kaikille A-, B, ja C-ryhmän nimikkeille laskettiin hälytysrajat sekä optimaaliset tilauserät. Hälytysrajat laskettiin kaavalla (10)

$$T = D * L + B \tag{10}$$

Jossa D = keskimääräinen menekki tietyllä ajanjaksolla

 L = Toimitusajan pituus viikkoina

 B = varmuusvaraston koko

Esimerkkinä satunnaisesti valitun A-ryhmän nimikkeen hälytysrajan laskenta:

$$T = 95/52 * 1 + 41 = \mathbf{43}$$

Näin kyseiselle A-luokan nimikkeelle saadaan tilauspiste eli hälytysraja, joka on 43 kappaletta. Tämä tarkoittaa, että nimikkeen varastotason saavuttaessa tai alittaessa kyseisen arvon, suoritetaan täydennystilaus.

A-, B- ja C-ryhmän nimikkeille laskettiin optimaaliset tilauseräkoot. Tämä optimaalinen eräkkö laskettiin kaavan (11) mukaan.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2*U*O}{h*C}} \quad (11)$$

Jossa U = arvio vuosimenekistä

O = yhden toimituserän kustannus

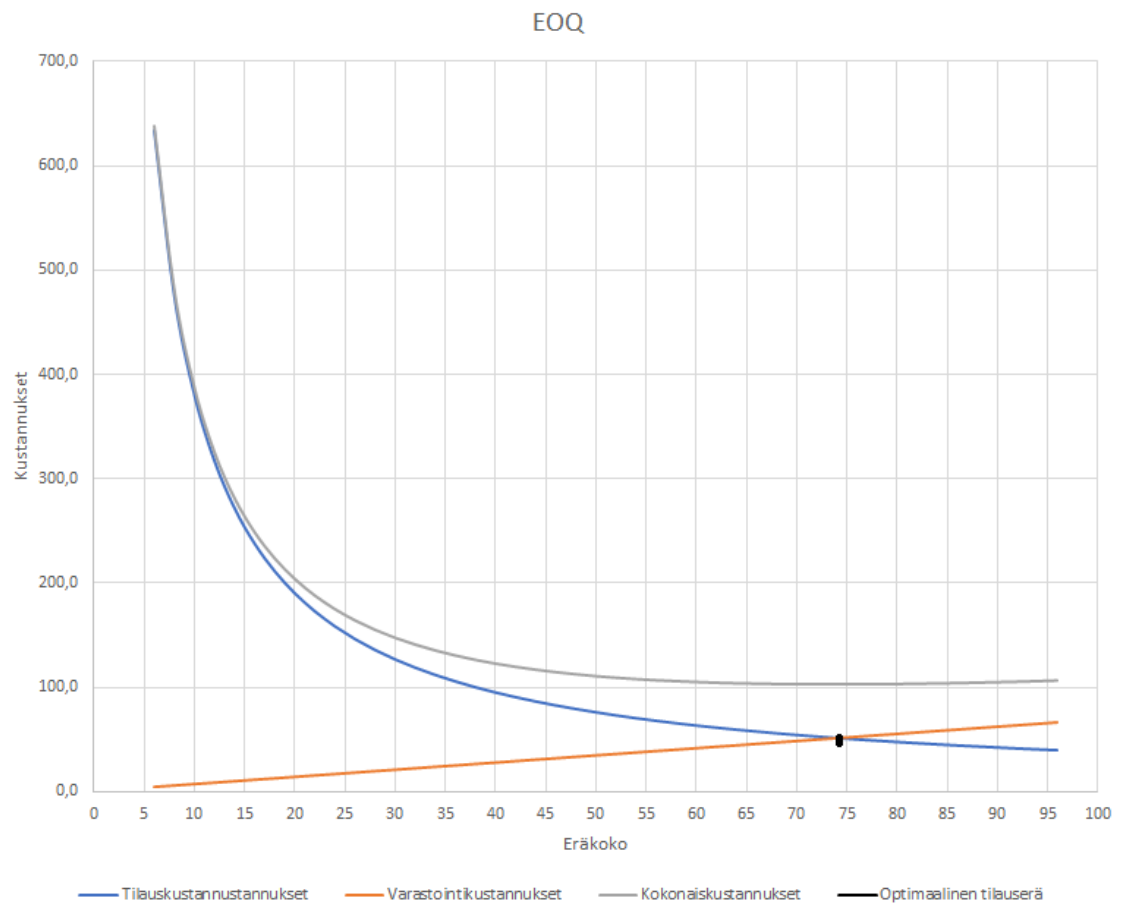
C = tuotteen yksikköhinta

h = varastoimisen kustannus vuodessa prosentteina

Esimerkkinä satunnaisesti valitun A-ryhmän nimikkeen optimaalisen eräkoon laskenta:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2*95*40}{4,82*0,29}} = 74$$

Näin A-luokan nimikkeelle saatiin määritettyä optimaalinen eräko, joka on 74 kappaletta. Eli teoreettisesti, kun tilataan kyseistä nimikettä 74 kappaletta, varastoinnista ja tilauksesta aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat alimmillaan. Kyseistä tilannetta havainnollistaa kuva (25). Kuvassa x-akselilla on tilauserän koko ja y-akselilla kustannukset.



Kuva 25. A-luokan nimikkeen optimaalinen eräkkö.

5. TULOKSET

Tässä luvussa esitellään aikaansaadut pääasialliset tulokset. Tulokset esitellään ilman suurempia analysointeja. Tarkemmat analysoinnit ja tulosten vertailu nykyisiin ohjausparametreihin tapahtuu seuraavassa luvussa (6).

Taulukkoon (6) on koostettu aiempien määrittelyiden pohjalta ryhmäkohtaiset säännöt. Taulukkoon kootut parametrit ovat: kytkentäpiste, varmuusvarasto, tilattava eräko ja tilausväli. Kytkeänpisteellä tarkoitetaan hetkeä, jolloin kyseisen ryhmän nimikkeitä tilataan lisää. Varmuusvarasto ja tilattava eräko-kohdissa kerrotaan, miten kyseiset arvot on kullekin ryhmälle määritelty. Tilausväli-kohtaan on määritelty millaisella syklillä kunkin ryhmän tuotteita on ajateltu tilattavan.

Taulukko 6. ABC-ryhmien ohjaussäännöt.

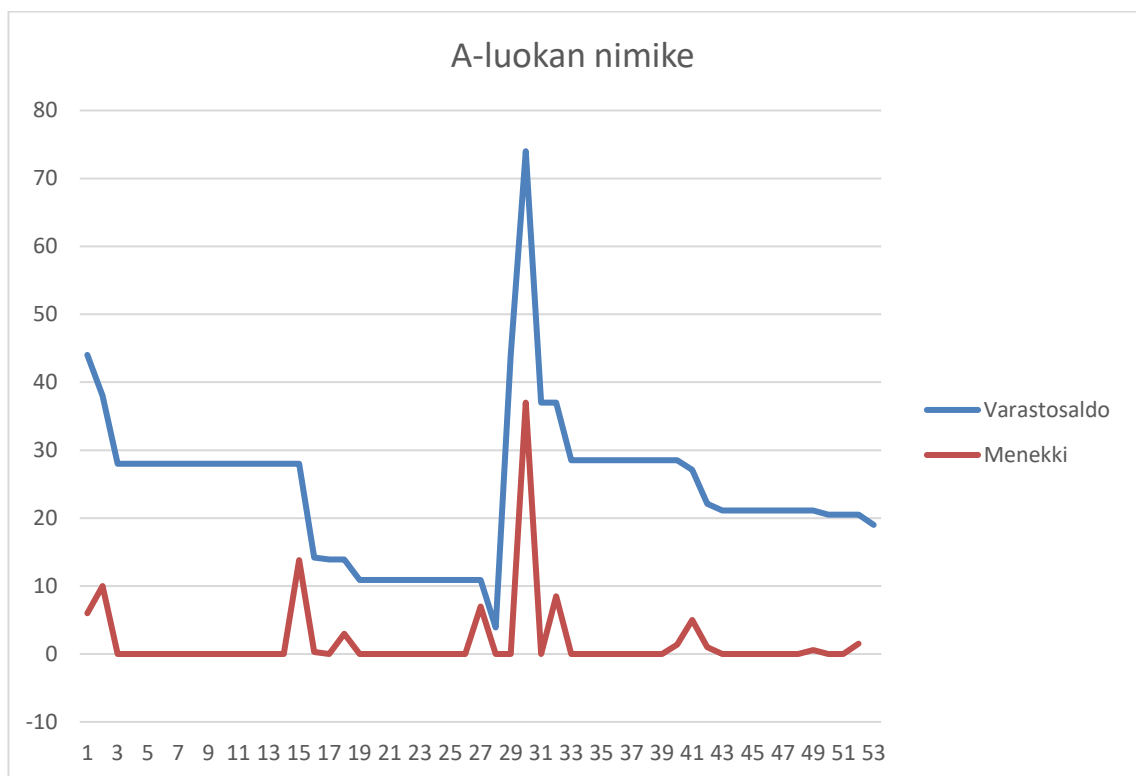
	A	B	C	D
Kytkeänpiste	Kun hälytysraja saavutetaan tai alitetaan	Kun hälytysraja saavutetaan tai alitetaan	Kun hälytysraja saavutetaan tai alitetaan	Kun varastotaso menee nolnaan
Varmuusvarasto	Laskennallisen 95 % palveluasteen saavuttamisen mukainen	Laskennallisen 90 % palveluasteen saavuttamisen mukainen	Laskennallisen 84 % palveluasteen saavuttamisen mukainen	Ei ole
Tilattava eräko	Pääsääntöisesti optimitilauuserän mukainen	Pääsääntöisesti optimitilauuserän mukainen	Maksimivarastotason, kuitenkin alle vuoden riiton verran	Tutkitaan tapauskohtaisesti

Taulukkoon (7) on kerätty ABC-ryhmittely ja ryhmäkohtaiset kiertonopeus ja riitto uusilla varastontäydennys ja -ohjaussäännöillä. Kiertonopeus ja riitto laskettiin samalla tavalla, kuin luvussa 4.3.

Taulukko 7. Ryhmien kiertonopeus ja riitto uusilla ohjausparametreilla.

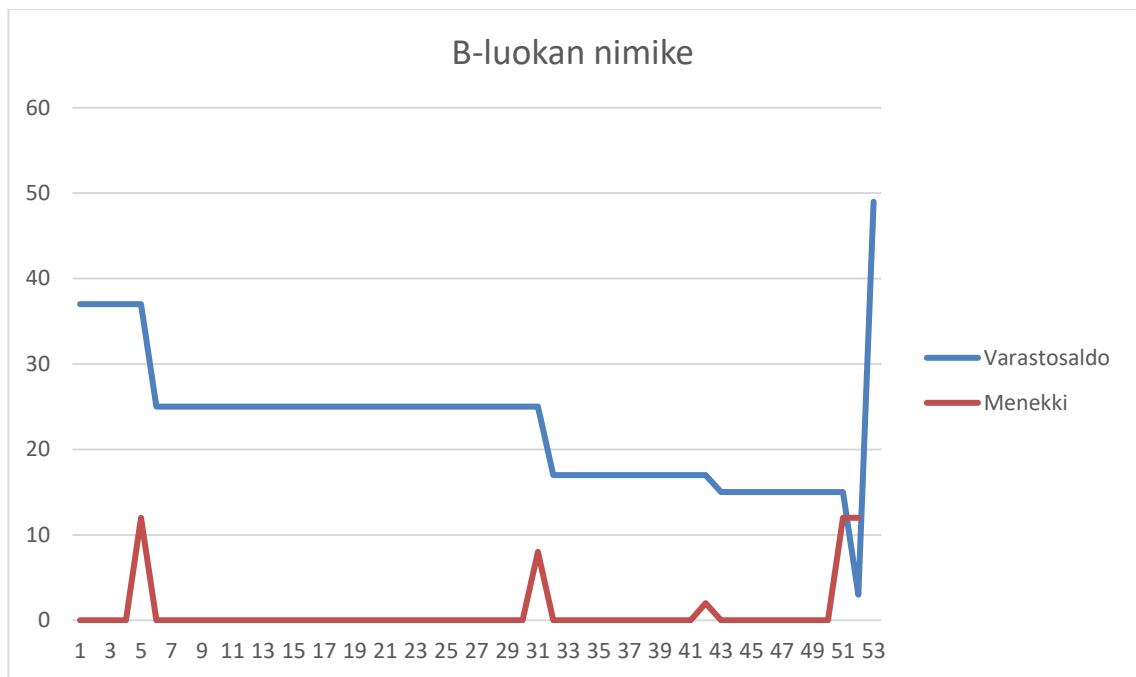
Ryhmä	Määrä (Kpl)	Nimikkeiden määrä kokonaismäärästä (%)	Myynti kokonaismyynnistä (%)	Kiertonopeus	Riitto
A	28	3 %	80 %	4,3	85
B	57	6 %	15 %	1,8	205
C	176	20 %	5 %	1,3	281
D	616	70 %	0 %	0	+365

Kuvissa (26, 27 ja 28) on nähtävillä, miten luvussa 4.2 valittujen testinimikkeiden varastotaso ja menekki käyttäytyvät uusien varastotasojen ja ohjausparametrien määrittämisen jälkeen. Kuvassa 26 nähdään uusilla parametreilla ohjattu A-luokan nimikkeen varastosaldoon käyttäytyminen suhteessa menekkiin. Varastosaldon alittaessa hälytysrajan viikolla 28, suoritetaan varastontäydennys optimiostoerän mukaisella määrällä. Tässä tapauksessa varastotaso riittää kattamaan koko vuoden kysynnän ilman puutetilanteita.



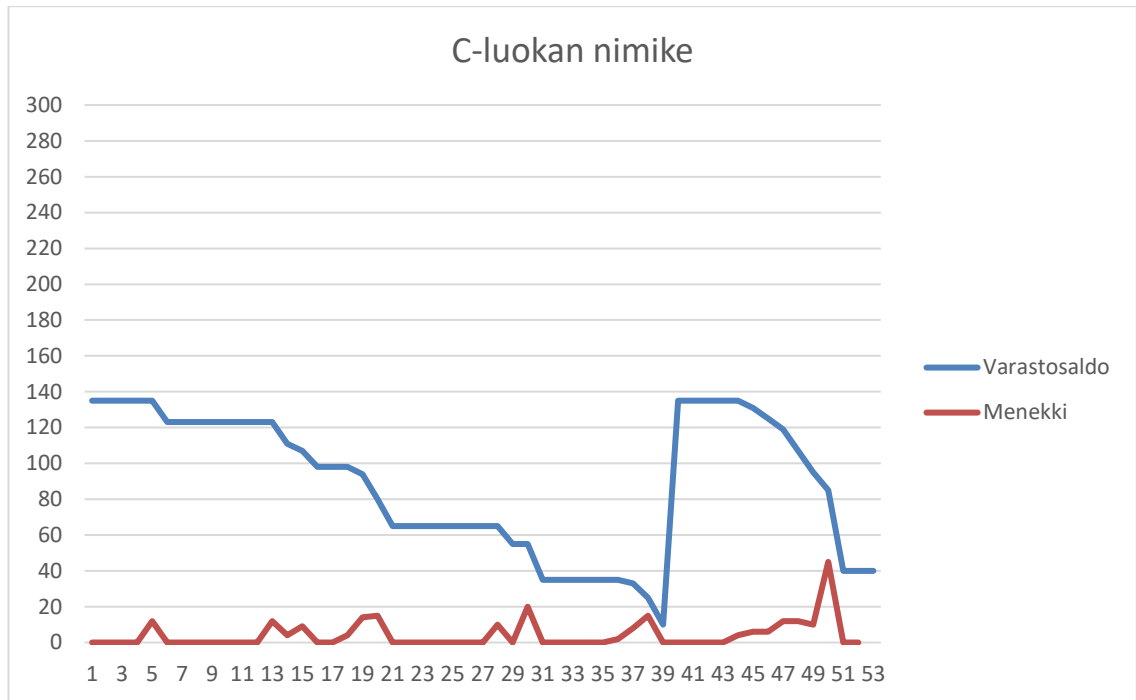
Kuva 26. A-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla ohjausparametreilla.

B-ryhmän nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla säännöillä näkyy kuvassa (27). Tällä nimikkeellä ei ilmene puutetilanteita. Kuvaajasta nähdään, että varastotaso pysyy koko vuoden korkeahkona kysyntään nähden. Viikolla 51 tapahtuneen tilauksen jälkeen alitetaan hälytysraja, jolloin suoritetaan optimitilauserän suuruinen täydennystilaus.



Kuva 27. B-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla ohjausparametreilla.

Kuvassa (28) on esitetty C-luokkaan kuuluvan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde viikkotasolla uusien parametrien mukaisilla määrillä. Nimikkeen kysyntä on melko vähäistä pitkin vuotta. Viikolla 38 alitetaan hälytysraja ja suoritetaan täydennystilaus. C-luokan täydennysmenetelmänä ei käytetty optimiostoerää, kuten A- ja B-ryhmän nimikkeillä. Täydennysmääräksi otettiin min-max määritelmän mukainen maksimivarastomäärän kokoinen täydennyserä. Testinimikkeen kohdalla tämä maksimimäärä on 139 kappaletta.



Kuva 28. C-luokan nimikkeen varastosaldon ja menekin suhde uusilla ohjausparametreilla.

Uusien varmuusvarastojen ja varastosaldon määrittelyillä onnistuttiin laskemaan oleellisesti ABC-ryhmäkohtaisia varastoarvoja. ABC-ryhmien varastonarvot laskivat seuraavasti: A-ryhmä 28 %, B-ryhmä 21 % ja C-ryhmä 60 %.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä luvussa esitellään tarkemmin työssä saavutetut tulokset. Saavutettuja tuloksia analysoidaan ja niitä vertaillaan nykytila-analyysissä todettuihin asioihin. Tuloksia peilaetaan myös teoriassa esitettyihin asioihin. Teorian avulla voidaankin pohtia tulosten luotettavuutta sekä käytännön toimivuutta. Tulosten esittelyiden, vertailun ja analysoinnin lisäksi tässä luvussa myös ehdotetaan tulosten pohjalta syntyneitä ajatuksia mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

6.1 Tulosten analysointi

Nykytila-analyysi aloitettiin SWOT-analyysin avulla pohtien nykyisen varastotoiminnan ja sen ohjauksen vahvuuksia ja heikkouksia sekä tulevaisuuden näkymiä. Myös työssä saavutettujen tulosten analysointi päätettiin aloittaa SWOT-analyysin avulla. Taulukossa (8) on SWOT-analyysi uusien ohjausparametrien tulosten pohjalta.

Taulukko 8. Työssä saavutettujen tulosten SWOT-analyysi.

Vahvuudet (Strengths)	Heikkoudet (Weaknesses)
<ul style="list-style-type: none"> - Teoreettisesti optimaaliset varastot - ABC-ryhmittely - Hälytysrajat - Tilauspisteet 	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjausmenetelmien käytännön toimivuutta ei ole kokeiltu
Mahdollisuudet (Opportunities)	Uhat (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> - Toiminnan parantuminen tuotannossa - Pienempi varaston arvo - Toimivat ohjausmenetelmät - Turhat tilaukset jäävät pois 	<ul style="list-style-type: none"> - Suuret menekkimuutokset suhteessa kuluneen vuoden menekkiin - Resurssipula uusien ohjausparametrien implementoinnissa yrityksen järjestelmiin

Työn johdannossa käsiteltiin työn taustaa sekä ongelmia, joihin haluttiin tämän työn avulla löytää ratkaisu. Näistä ongelmista muodostettiin kaksi tutkimuskysymystä, joihin alettiin hakea ratkaisuja tämän työn avulla. Nämä tutkimuskysymykset olivat:

1. Miten voidaan pienentää varastoa ja sitä kautta varastoon sitoutunutta pääomaa heikentämättä toiminta- ja toimituskykyä?
2. Miten voidaan vähentää tuotannossa esiintyviä tuotepuutteita?

Näihin kysymyksiin lähdettiin hakemaan ratkaisua nykytila-analyysin avulla. Tässä vaiheessa nimikkeet päätettiin ryhmitellä ABC- ja XYZ-analyysin mukaisesti omiin luokkiinsa. Luokkajaon ja kuluneen menekin tarkastelun avulla päästiin kiinni siihen, mitkä nimikkeet kasvattavat varastoa ja varastonarvoa, ja miten paljon. Nimikkeille laskettiin kuluneen vuoden perusteella kiertoaika ja riitto. Edellä mainittujen asioiden avulla huomattiin, että useita nimikkeitä oli varastossa turhan paljon menekkiin nähden. Huomattiin myös, että nimikkeiden täydennyserät ja -välit olivat hyvin vaihtelevia ja satunnaisia.

Varastonarvoa ja puutetilanteiden määrää lähdettiin pienentämään määrittelemällä yrityksen näkökulmasta haluttu ryhmäkohtainen palveluaste. Halutun palveluasteen pohjalta kaikille nimikkeille laskettiin teoriaan pohjautuvat varmuusvarastot, varastotasot, hälytysrajat sekä optimaaliset tilauserät. Näiden määrittelyiden ja laskentojen tulosten pohjalta luotiin ryhmäkohtaiset säännöt, jotka esiteltiin luvun 6 taulukossa (6). Näiden sääntöjen noudattamisella voidaan parantaa varastojen kiertoa, mikä pienentää varastotasoja ja varaston arvoa. Sääntöjen mukaisten varmuusvarastojen ja hälytysrajojen avulla voidaan vähentää tuotannossa esiintyviä puutteita.

Nykytilan ja uusien määrittelyiden jälkeinen varaston kiertoaika ja riitto on kuvattu taulukossa (9). Taulukosta nähdään, että suurin parannus tuli A-ryhmän nimikkeiden kohdalla kiertoajan muuttuessa noin kolmesta reiluun neljään. Tämä on tietysti merkittävin parannus, sillä kyseiset nimikkeet pitävät sisällään 80 % kokonaisyhteistyöstä. Myös B-ryhmän nimikkeiden kierto nopeutui melko hyvin lähes tuplaantumalla. C-luokan nimikkeiden kiertoaika ei kasvanut ihan merkittävästi, mutta kasvua kuitenkin tapahtui. Ryhmien kiertoaikojen kasvaessa myös varastoon on sitoutunut vähemmän pääomaa. Uusien sääntöjen ja ohjausparametrien avulla onnistuttiinkin pienentämään varastonarvoa noin 40 % nykyisestä arvostaan.

Taulukko 9. Vanhojen ja uusien parametrien vertailu.

Ryhmä	Kiertonopeus (Vanhat parametrit)	Riitto (Vanhat parametrit)	Kiertonopeus (Uudet parametrit)	Riitto (Uudet parametrit)
A	2,9	126	4,3	85
B	1,0	365	1,8	205
C	1,0	365	1,3	281

6.2 Jatkotoimenpiteet

Ensimmäisenä jatkotoimenpiteenä työssä tehtyt nimikkeiden ryhmittelyt ja varastonohjausparametrit olisi syytä ottaa käyttöön. Ryhmittelyt ja ohjaussäännöt ovat teoriassa toimivia, mutta niiden käytännön toimivuutta olisi hyvä seurata tarkkailemalla seuraavan vuoden varastosaldojen kehitystä. Myös mahdollisista puutetilanteista olisi hyvä pitää kirjaa, jolloin nähdään päästäänkö haluttuihin palveluasteisiin. Näiden havaintojen pohjalta voitaisiin tehdä uusia ennusteita ja mahdollisesti tehdä hienosäätöjä työssä laskettuihin parametreihin.

Työn aikana määritetyistä parametreista oleellimmat pystytään syöttämään toiminnanohjausjärjestelmään nimikekohtaisesti (kuva 29). Näitä parametreja ovat nimikkeen ABC-ryhmä, hankintaerä, tilauspiste eli hälytysraja ja maksimi- sekä minimihankintaerät.

SKa-CD/400 DVR02Y VARASTONOHJAUSTIEDOT - MUUTOS		20-10-01
Toimipiste.F4 01		Sivu 1/2
Nimike.F4 BG56		
Keskihankintahinta. . .	Hankintahinta	
Verollinen		
Hankintaerä	Minimihankintaerä . . .	
Tilauspiste	Maksimihankintaerä. . .	
ABC-luokka.	Kiinteä h.erä ja til.p. E (K/E)	
Kuranttiusluokka. . .F4	Autom. ostoehdotus. . . (E)	
Viimeinen ostopäivä . . 20.09.03	Viimeinen myyntipäivä . 20.09.29	
Viimeinen tilauspvm . . 20.09.03		
Autopart-tuote.E (K/E/T)	Inventointiryhmä F4	
Varastoluokka	Saldo verkkokauppaan	(0/1/9)
F2=Päivitys F4=Luettelo F7=Ed.sivu F8=Seur.sivu F12=Paluu		

Kuva 29. Toiminnanohjausjärjestelmän nimikekohtainen varastonohjaustietojen muutossikkuna.

Toisena jatkotoimenpiteenä olisi syytä miettiä D-ryhmään kuuluvien nimikkeiden jatko-toimenpiteistä. D-ryhmän eli vähintään vuoden ilman tapahtumia olevien nimikkeiden kohdalta voisi tutkia ovatko tuotteet epäkurantteja tai vanhentuneita vai voisiko niitä vielä käyttää johonkin. Yhtenä mahdollisena toimena kyseisten tuotteiden kohdalla on romuttaminen, jolloin saadaan tuotteet pois varastonarvosta ja varastotilaa viemästä.

7. YHTEENVETO

Tämä työ on tehty yritykselle, jossa valmistetaan ja myydään raskaankaluston perävaunuja ja päällirakenteita. Näiden päätuotteiden lisäksi yrityksessä valmistetaan asiakastilauksesta myös muita konepajatuotteita. Valmistustoiminnan lisäksi yrityksessä huolletaan, korjataan ja myydään päällirakenteita sekä raskaankaluston perävaunuja. Toimintaan kuuluu myös varaosien myynti. Tutkimustyö rajattiin koskemaan vain yrityksen kyseisen osaston varastointitoimintoja. Työ rajattiin myös siten, että sen ulkopuolelle jäivät tilauksesta hankittavat ja hyllytyspalvelun piiriin kuuluvat nimikkeet. Eli tutkimus, analysointi sekä määrittelyt tehtiin toiminnanohjausjärjestelmässä oleville varastonimikkeille.

Työn tavoitteina oli tutkia ja analysoida nimikekohtaisesti varaston nykytilaa ja ryhmitellä tuotteet sopiviin luokkiin. Ryhmittelyn avulla oli tarkoitus saada määriteltyä varastoitaville tuotteille uudet optimaaliset varastomäärät, täydennyssäännöt sekä ohjausmenetelmät. Määrittelyiden tavoitteina oli saada pienennettyä varastoon sitoutuneen pääoman määrää sekä vähentää tuotannossa esiintyviä materiaalipuutteita. Määrittelyiden jälkeen mietittiin uusien varastomäärien, ohjausmenetelmien ja täydennyssääntöjen vaikutusta yrityksen toimintaan sekä verrattiin varastoon sitoutuneen pääoman määrää ennen ja jälkeen määritysten. Tutkimuksen avulla lähdettiin hakemaan vastausta seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Miten voidaan pienentää varastoa ja sitä kautta varastoon sitoutunutta pääomaa heikentämättä toiminta- ja toimituskykyä. Miten voidaan vähentää tuotannossa esiintyviä tuotepuutteita.

Työ aloitettiin kirjallisuuskatsauksella. Kirjallisessa osiossa käsiteltiin varastointia yleisellä tasolla, syitä varastointiin, varastoinnista aiheutuvia kustannuksia sekä millaisia eri varastotyyppejä on. Näiden lisäksi tarkasteltiin varastonohjausta käsitteleviä asioita. Varastonohjauksen näkökulmasta aiheina olivat esimerkiksi tuotteiden luokittelu ja varaston erilaiset täydennysmenetelmät. Näitä täydennysmenetelmiä ovat esimerkiksi tilauspistemetelmä, kaksilaatikkomenetelmä ja optimaalisen tilauserän menetelmä.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen alettiin tutkia yrityksen varastoinnin ja varastonohjauksen nykytilaa. Tutkimuksen aikana saatiin selville, että yrityksen osastolla, johon työ tehtiin, ei ole ikinä ollut kunnollisia varastonohjausmenetelmiä. Toiminnanohjausjärjestelmässä olevia nimikkeitä ei ole ryhmitelty millään tavalla. Nimikkeille ei myöskään ole määritelty varmuusvarastoja, hälytysrajoja, tilauseriä tai mitään muitakaan varastointiin ja sen ohjaukseen liittyviä parametreja. Varastonohjaus perustuu nykyisellään siihen, että tuotteita tilataan lisää, kun huomataan niiden olevan loppumassa tai jo loppuneen. Selkeiden

ohjausparametrien puuttuminen on johtanut puutetilanteisiin. Puutetilanteet taas ovat aiheuttaneet sen, että tuotannossa esiintyy tarpeetonta odottelua, mikä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Tuotteiden tilauksessa on ollut myös ongelmana se, että ei ole ollut tiedossa faktoja siitä, kuinka paljon mitäkin tuotetta kannattaa tilata. Tämän vuoksi tilaukset ovat olleet useasti mentaliteetilla ”tilataan niin paljon, että piisaa”.

Työssä tarvittavia tietoja ja dataa kerättiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä. Järjestelmästä kerättiin dataa kuluneen vuoden ajanjaksolta. Näitä tietoja olivat esimerkiksi tuotteiden osto- ja myyntihinnat, varastotapahtumat, ostotapahtumat, toimitusajat ja niin edelleen. Näiden järjestelmistä löytyneiden tietojen lisäksi työssä hyödynnettiin osaston työntekijöiden sekä toisen osaston päällikön ja varaosapäällikön tietoja ja neuvoja. Kerättyjen tietojen pohjalta koostettiin Excel-taulukko, jonka avulla nimikkeille tehtiin ABC- ja XYZ-analyysit. Analyysien pohjalta tutkittiin eri ryhmiin kuuluneiden nimikkeiden varastotason ja menekin suhdetta sekä laskettiin ryhmäkohtaisesti nimikkeiden kiertonopeudet ja riitto.

Nykytila-analyysin jälkeen alettiin määrittelemään ABC-luokittelun mukaisia ohjausparametreja. Ohjausparametrien määrittelyssä lähtökohtana pidettiin yrityksen toivomia ryhmäkohtaisia palveluasteprosentteja. Halutun palveluasteen pohjalta kaikille nimikkeille laskettiin teoriaan pohjautuvat varmuusvarastot, varastotasot, hälytysrajat sekä optimaaliset tilauserät. Näiden määrittelyiden ja laskentojen tulosten pohjalta luotiin ryhmäkohtaiset nimikkeiden varastoinninohjaussäännöt.

Työssä määriteltujen varastonohjausparametrien avulla saatiin laskennallisesti kasvatettua ryhmäkohtaisia kiertonopeuksia merkittävän paljon. Kasvaneiden kiertonopeuksien lisäksi varastonarvo pieneni merkittävän määrän, noin 40 %. Teoreettisesti myös puutetilanteiden määrän tulisi pienentyä, sillä nyt kaikilla tuotteilla on varmuusvarastot ja hälytysrajat, joita ei ennen työtä ollut. Yhteenvetona työn kehityssuudesta voidaankin sanoa, että työn tavoitteisiin ja tutkimuskysymyksiin pystyttiin vastaamaan erinomaisesti.

Parametrien ja sääntöjen käytännön toimivuus päästään toteamaan kuitenkin vasta, kun ohjausparametrit on implementoitu tuotantoon. Jatkotoimenpiteinä työssä tehdyt nimikkeiden ryhmittelyt ja varastonohjausparametrit olisi syytä ottaa käyttöön, syöttämällä ne yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Uusien ohjausmenetelmien oltua käytössä esimerkiksi seuraavan vuoden olisi hyvä suorittaa analyysi niiden toimivuudesta. Analyysi on jatkossa helpommin tehtävissä, sillä tässä työssä tehty Excel-taulukko toimii hyvänä pohjana.

LÄHTEET

AccountingTools. (2020). Capacity cost definition. Viitattu 12.8.2020. Saatavissa: <https://www.accountingtools.com/articles/what-are-capacity-costs.html>

Alma Talent. (2020). Tunnuslukuopas. Viitattu 6.8.2020. Saatavissa: <https://www.alma-talent.fi/tietopalvelut/tunnuslukuopas/tehokkuus/vaihto-omaisuuden-kiertoaika>

Arnold, J.R.T., Chapman, S.N. & Clive, L.M. (2008). Introduction to Materials Management. Sixth edition. Pearson. s.263-282

Axsäter, S. (2006). Inventory control. Second edition. Springer. s.7-8

Ballou, R.H. (2004). Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Fifth edition. Pearson. s.470

Bowersox, D.J., Closs, D.J. & Cooper, M.B. (2002). Supply Chain Logistics management. McGraw-Hill. s.40

Bragg, S. (2018). Ordering costs. Viitattu 25.6.2020. Saatavissa: <https://www.accountingtools.com/articles/ordering-costs.html>

Burt, D.N., Petcavage, S.D & Pinkerton R.L. (1996). Supply Management. Eight edition. McGraw-Hill. s.492

Christopher, M. (2005). Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks. Third edition. Pearson Education. s.128

Greasley, A. (2008). Operations Management. SAGE Publications. s.72

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. (2009). Teollisuustalous. Kuudes painos. Infacs Oy. s. 447-457

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. (2011). Johdatus logistiseen ajatteluun. Sho Business Development Oy. s.204

Holweg, M., Davies, J., Meyer, A.D., Lawson, B. & Schmenner, R.W. (2018). Process Theory: The Principles of Operations Management. Oxford University Press. s.91-94

Hugos, M.H. (2006). Essentials of Supply Chain Management. Second edition. John Wiley & Sons. s.21

Huuhka, T. (2017). Tehokkaan hankinnan työkalut. Toinen uudistettu painos. BoD – Books on Demand, Helsinki. s.47-48

Iloranta, K. & Pajunen-Muhonen, H. (2018). Hankintojen johtaminen: Ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan. Viides painos. Tietosanoma Oy. s.107-108

Johnson, P.F, Leenders, M.R. & Flynn, A.E. (2006). Purchasing and Supply Management. Fourteenth edition. McGraw-Hill. S.217

Jonsson, P. (2008). Logistics and Supply Chain Management. McGraw-Hill. s.271

- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. (2003). Kuljetukset ja varastointi: järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Suomen logistiikkayhdistys ry. s.302-303
- Karrus, K.E. (2003). Logistiikka. Werner Söderström osakeyhtiö. s.43-45
- Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen A. (1993). The Constructive Approach in Management Accounting Research. Journal of Management Accounting Research. Vol 5. s.246
- Kootanaee, A.J., Nagendra babu, Dr.K. & Talari, H.F. (2013). Just-in-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement. Vol.1. International Journal of Economics, Business and Finance. s.8. Viitattu 16.9.2020. Saatavissa: <https://pdfs.semanticscholar.org/6d25/a2223ffe371872e3ebdd512011ddb1536196.pdf>
- Koskinen, A., Lankinen, M., Sakki, J., Kivistö, T. & Vepsäläinen, A.P.J. (1995). Ostotoiminta yrityksen kehittämisessä. Toinen painos. WSOY. s.227
- Lambert, D.M., Stock, J.R. & Ellram, L.M. (1998). Fundamentals of Logistics Management. McGraw-Hill. s.168-169
- Lambert, D. & Quinn, R. (1981). Profit oriented inventory policies require a documented inventory carrying cost. Business Quarterly. Vol 46. London: Richard Ivey School of Business Foundation. s. 65.
- Lindroos, J.-E. & Lohivesi, K. (2010). Onnistu strategiassa. Kolmas painos. Alma Talent Oy. s.220
- Logistiikan maailma. (2011). Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Reijo Rautauoman säätiö. s.80-91
- Logistiikan maailma. Materiaalinohjaus. Reijo Rautaluoman säätiö. Viitattu 12.9.2020. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinohjaus/>
- Logistiikan maailma. Varastointi. Reijo Rautauoman säätiö. Viitattu 25.5.2020. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/>
- Logistiikan maailma. Varastonohjaus. Reijo Rautauoman säätiö. Viitattu 15.8.2020. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>
- LOGY. (2017). Johtaja-miksi seisotat setelipaaluja varastossasi? Blogiartikkeli. Viitattu 11.10.2020. Saatavissa: <https://www.logy.fi/tietoa/uutiset-ja-blogit/blogi/blogiartikkeli/johtaja-miksi-seisotat-setelipaaluja-varastossasi>
- Lukka, K. (2001). Konstruktiivinen tutkimusote. Menetelmäartikkelit. Viitattu 30.9.2020. Saatavissa: <https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>
- Lysons, K. & Farrington, B. (2012). Purchasing and Supply Chain Management. Eight edition. Pearson. s.326-327.
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-yrjänäinen, J. (2016). Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Edita. s.155-156
- Muckstadt, J.A. & Sapro, A. (2010). Principles of Inventory Management: When You Are Down to Four, Order More. Springer. s.2-5

- Nahmias, S. (2008). Production and Operations Analysis. Sixth edition. McGrawHill. s.363-365
- Sadler, I. (2007). Logistics and Supply Chain Integration. SAGE Publications. s.47-48
- Sakki, J. (2014). Tilaus-toimitusketjun hallinta: Digitalisoitumisen haasteet. Kahdeksas painos. Jouni Sakki Oy. s.63
- Sakki, J. (2009). Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B- vähemmällä enemmän. Seitsemäs painos. Hakapaino Oy. s.103-121
- Sakki, J. (2003). Tilaus-toimitusketjun hallinta: logistinen B-to-B-prosessi. Kuudes painos. Hakapaino Oy. s.103
- Salmivuori, J. (2010). Vaihto-omaisuuden hallinta pk-yrityksessä-käytännönläheisesti. Helsingin seudun kauppakamari. s.37
- Sartjärvi, T. (1992). Logistiikka kilpailutekijänä- tavaroiden varastoinnista tilausohjautuvaan logistiikkaan. Otava Oy. s.159
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C. & Bergman, J. (2012). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. Vol.61. Emerald Group Publishing Limited. s.445. Viitattu 11.9.2020. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/260634553_Integration_of_demand_forecasts_in_ABC-XYZ_analysis_Practical_investigation_at_an_industrial_company
- Silver, E.A., Pyke, D.F. & Peterson, R. (1993). Inventory Management and Production Planning and Scheduling. Third edition. Wiley. s.323
- Slack, N., Brandon-Jones, A. & Johnston, R. (2013). Operations Management. Seventh edition. Pearson. s.377
- Stevenson, W., J. (2002). Operations Management. Seventh edition. McGraw-Hill. s. 544
- Stitch Labs. (2019). Learning Center. What's the Difference Between Pipeline Inventory and Decoupling Inventory?. Viitattu 23.8.2020. Saatavissa: <https://www.stitchlabs.com/learning-center/whats-difference-pipeline-inventory-decoupling-inventory/>
- Stojanovic, M. & Regodic, D. The Significance of the Integrated Multicriteria ABC-XYZ Method for the Inventory Management Process. Acta Polytechnica Hungarica. Vol.14. s. 37. Viitattu 11.9.2020. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/322835866_The_Significance_of_the_Integrated_Multicriteria_ABC-XYZ_Method_for_the_Inventory_Management_Process
- Suomen Riskienhallintayhdistys. (2020). Työvälineet. Nelikenttäanalyysi-SWOT. Viitattu 4.10.2020. Saatavissa: <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>
- Rauhala, M. (2011). Osta oikein, ansaitse enemmän. Talentum. s.189-190
- Reference for Busines. (2020). Inventory types. Advameg inc. Viitattu 22.8.2020. Saatavissa: <https://www.referenceforbusiness.com/management/Int-Loc/Inventory-Types.html>

Richards, G. (2011). Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Kogan Page. s.60-61

Ritvanen, V. & Koivisto, E. (2006). Logistiikka pk-yrityksissä - hankinta kilpailutekijänä. Wsoy. s.34

Ross, S. & Westerfield, J.B. (2014). Essentials of Corporate Finance. Eight edition. McGraw-Hill. s.60

Russell, R., S. & Taylor, B., W. (2011). Operations Management. Creating Value Along the Supply Chain. Seventh edition. John Wiley & Sons, INC. s.562

Waters, D. (2003). Logistics An introduction to supply chain management. Palgrave macmillan. s.256